

LA EVOLUCION DE LOS PARASITOS

(Lección pronunciada en el acto académico organizado por la Universidad de Córdoba, Facultad de Veterinaria, como homenaje póstumo al Profesor Doctor don Francisco de P. Martínez Gómez, el 22-2-91)

Autor: Ignacio Navarrete.

Dirección: Catedrático de Parasitología y Enfermedades Parasitarias. Dpto. de Medicina y Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. 10071 Cáceres.

INTRODUCCION

Cuando me ofrecieron venir a ésta mi Facultad para disertar sobre un tema parasitológico en un homenaje póstumo al Profesor Doctor don Francisco de Paula Martínez Gómez, mi primera reacción fue una mezcla de incredulidad y miedo. ¿Quién era yo para intervenir ante ustedes en un acto *in memoriam* de tan insigne universitario? ¿Cómo podría, Paco, ser escueto, didáctico y solemne, como tú sabías serlo, en una actuación dirigida a tu recuerdo? ¿Cómo podría salir airoso de este trance, a pesar de que éste, al igual que otras muchas cosas, tú me lo habías enseñado grabando en mi mente las bases filosóficas y metodológicas de este 50 % de la labor del Profesor de Universidad? ¿Cómo me podía exponer a desfraudarte?

Sin embargo, inmediatamente superé la impresión: además, ¿no me habías enseñado todo sobre la valentía? ¿No me habías lanzado siempre, con la elegancia de sólo hacerme reflexionar, a afrontar las más duras facetas de mi vida, pero también las más atractivas y beneficiosas para mi espíritu y mi profesión?

Me dispuse a escribir estas líneas recordando eso y toda mi-tu vida Universitaria (he de llamarla así puesto que, desde mi primer curso de carrera hasta tu marcha, ¿no fueron una sola e indivisible vida profesional las nuestras?, ¿no es esa la consecuencia de un perfecto magisterio?).

El primer problema, me surge de la dificultad de elaborar un prólogo que se eleve como oración hasta ti, sé que no lo necesitas, pero yo sí. Las ideas se me agolpan en mi mente, como si quisieran salir todas a la vez... Mi mano no es capaz de reproducir mi pensamiento.

¡Quisiera decir tanto! ¡Es tanto lo que quisiera decir, son tan abundantes las vivencias, tanto el agradecimiento, tanto lo apostado, que se puede entender la incapacidad que siento en este instante para expresar con un mínimo de coherencia lo que debo, aquello que se me ha encomendado...!

Trataré, no obstante, de sintetizar (tú me lo enseñaste) y con objeto de amortiguar o al menos diluir mi incapacidad, acudiré a una forma literaria: la forma epistolar, con la que tanto te prodigaste y tan correctamente sabías utilizar (la aprecio más hoy que parece no estar de moda): siempre fuiste clásico en tus formas, pero progresista, revolucionario intelectual y cabeza, sobre todo, cabeza en tu fondo.

Así pues comienzo:

Querido Paco:

De nuestra Facultad, me encargan que prepare un texto no muy extenso sobre un tema parasitológico, para exponerlo en un acto que, con «no sé qué motivo» (aún hoy me resisto a aceptar la realidad), quieren dedicarte y como siempre (y también en este caso a pesar de lo especial), acudo a ti para que me digas qué te parece mi selección y

las líneas generales sobre el enfoque que le pienso dar al mismo.

Entiendo que tengo que echar mano de toda mi capacidad de síntesis, porque, si no, ¡a ver de donde va a resultar eso de «un texto no muy extenso»...!

El tema que he seleccionado para este acto tiene un importante recuerdo para los dos (o mejor para los tres, recordemos el nombre acuñado en Brasil con el que se nos conoció allí y cómo a partir de ahí perduró: *El Trimonio*, porque no llegábamos a ser pareja ni por el número ni por nuestro celibato interno, pero..., siempre tan inseparables...). El tema en cuestión es el de *La evolución de los parásitos*, el que me TOCO (así con mayúsculas), exponer en la enclenque de mi oposición al Cuerpo de Profesores Adjuntos de Universidad. Aquel tema ODIOSO para mí, al igual que para todo aquel que comienza a introducirse en el mundo de la Parasitología.

Pero tú, con esa confianza en tu gente que te caracterizaba, dijiste en el seno del tribunal que todo un profesor adjunto o todo aquel que quisiera serlo, debía conocer con profundidad el fenómeno del parasitismo y como consecuencia de ello creías que debía ser éste precisamente el tema elegido para mí, al contrario de otros miembros del tribunal cuya idea era la de señalar (para sus protegidos) otro de los aparecidos tras el sorteo, mucho más asequible para el evento.

Como ves, recojo en esta ocasión tu reto voluntariamente, esperando únicamente haber aprendido algo de esa vida como Profesor y Maestro, esa vida que fue por intensidad y calidad grande y gorda como tu figura. (No sé si me he pasado al decir esto, pero..., ¿por qué no hacerlo, si así hablábamos entre nosotros y eso era lo menos que nos decíamos? ¿Por qué no hacerlo si nuestro cariño nos permitía el que en ocasiones abusáramos del otro o de los otros?).

He de suspender momentáneamente mis recuerdos porque la tarea encomendada y

lo que me ha traído aquí, así lo aconsejan. Comienzo:

EL PARASITISMO COMO FENOMENO

Tal como nos dice READ (1972), en el pasado, el parasitismo como fenómeno biológico, fue una materia de gran tradición, a la que se daba un gran valor formativo en la educación universitaria de las especialidades de biología.

Sin embargo, como consecuencia de la tecnificación de la universidad (que olvidando su labor formadora se volcó hacia el estudiante con una actitud sólo informadora y tecnicista), en la mayoría de los libros relacionados con el tema, la forma de tratar el parasitismo animal se ha orientado casi exclusivamente hacia los puntos de vista de las medicinas humana y veterinaria.

Como tal, el estudio del parasitismo en sí, ha sufrido considerable descuido, como si fuera materia pasada de moda. Asimismo, el tema ha perdido atractivo para los estudiantes de ciencias de la vida, al comprobar que este campo no incluye constantemente el empleo de fenómenos moleculares, sino que éstos son *sólamete* herramientas al servicio de la corriente principal de la ciencia parasitológica (Cordero, 1986).

El estudio de los parásitos animales y su relación con el hábitat ha tenido un amplio y distinguido lugar en la historia de la biología. Los parásitos animales fueron materia favorita para el estudio como modelos biológicos, para la resolución de controversias (como por ejemplo las concernientes a la generación espontánea de los organismos vivientes), o como explicación de procesos biológicos acaecidos a los organismos superiores (sus hospedadores).

Incluso, una gran parte de la primitiva ecología descriptiva tuvo sus orígenes en los intentos de los biólogos para esclarecer los detalles de los ciclos biológicos de los parásitos animales. Por tanto, durante un largo período, la parasitología animal ha estado firmemente atrincherada en el seno de la ciencia biológica.

Por desgracia el romanticismo de los grandes maestros de la parasitología (como Erlich, Manson, Bruce, Smith, Croll, Baer, Rogers, Eichler, Baker, Levine, Read, Noble, López-Neyra, entre otros), (Martínez-Gómez, 1974) ha declinado, perdiéndose en parte aquella idea que, con visión amplia y de magisterio, hacía nominar a los parasitólogos como ecólogos prácticos.

El parasitismo no es sino una forma de vivir en la cual un organismo, el parásito, emplea como hábitat a otro ser vivo, el hospedador, alimentándose a sus expensas, no como depredador, sino con un intercambio en el que generalmente resulta más beneficiado el animal de menor tamaño. Esta diferencia queda perfectamente establecida con el símil empleado por el ecólogo inglés EATON (Cox, 1982), que indicaba cómo los depredadores viven del capital y los parásitos sólo de los intereses.

Los parásitos no conforman un grupo filogenético uniforme, por el contrario, los parásitos animales, de naturaleza animal a su vez, se encuentran en casi la totalidad de los *phyla* del reino animal, si bien el parasitismo se da con mayor frecuencia en unos grupos taxonómicos que en otros.

Podemos afirmar con Croll (1973) que todos los grandes taxones incluyen formas parásitas, casi con la única excepción de los equinodermos.

ORIGEN DE LOS PARASITOS

La antigüedad de la vida parasitaria, la casi total ausencia de formas parasitarias fósiles y la variedad de los grupos animales implicados, hacen que, según Baer (1971), no sea posible generalizar el estudio del origen y evolución de los parásitos, debiendo ser objeto cada grupo de un análisis separado.

Rogers (1962), por el contrario, aunque parte de las mismas premisas que el anterior autor y las acepta, propugna que, en la medida en que ello sea posible, debe realizarse el estudio de la evolución del parasitismo más que el de los parásitos.

Para estos autores y para Read (1972), es evidente que, entre tanta variedad de parásitos y en tan largo lapso de tiempo, el parasitismo se ha presentado en numerosas ocasiones de manera independiente dentro de estos grandes taxones animales. En estas circunstancias cabe la pregunta de si estos organismos tienen atributos en común y si existen igualmente unos comienzos y normativas comunes aplicables al origen de la vida parasitaria.

En general se puede asegurar que todas las formas parásitas proceden de otras que en algún momento de su vida fueron libres y que, concurrendo en ellas una serie importante de factores y circunstancias, se han ido adaptando en diferentes ocasiones y distintas localizaciones, a vivir sobre o dentro de otro ser vivo del que dependen metabólicamente, consiguiendo fijar esa dependencia y perpetuándola en las nuevas generaciones.

Un estudio en profundidad de la evolución del parasitismo nos puede hacer llegar a la conclusión de que muchos organismos poseían una predisposición a la vida parasitaria. Todos estos seres poseían una capacidad adaptativa previa que los hacía capaces para desarrollar un modo diferente de vida y que los capacitaba para establecerse con éxito en un nuevo nicho ecológico.

El significado de la preadaptación no es otro que la posesión, por aquellos organismos que habitan en un medio dado, de unas características adaptativas potenciales (complemento de las características adaptativas normales), que habitualmente no se ponen de manifiesto.

PREADAPTACION PARASITARIA

Es cuando concurre alguna causa accidental que modifica el medio ambiente, cuando el organismo, que incluye esta potencialidad, se presenta como capacitado (preadaptado) para sobrevivir en el nuevo ecosistema, apareciendo estas preadaptaciones. Estas pueden ser de tipo morfológico o fisiológico, e incidiendo sobre el

nuevo ser y su conducta, dan lugar así a individuos capacitados para vivir en un medio mucho más especializado.

Todos los que se han adaptado poseían una capacidad adaptativa previa, aunque mayor en unos que en otros. No existían diferencias fenotípicas entre preadaptados y no preadaptados, pero sí se podían encontrar diferencias genotípicas. Al incidir sobre esta población madre factores disgenésicos, unos se adaptaban y otros sucumbían en el intento.

No obstante todo lo anterior conviene aclarar que la preadaptación tiene bases fisiológicas y anatómicas y se realiza de forma totalmente accidental, no con un plan preestablecido. Debemos abandonar aquella vieja idea del animal de vida libre que se programaba para llegar a establecerse como parásito.

En efecto, todos los nichos ecológicos conocidos han sido poblados de forma accidental. Así ha sucedido con los parásitos, que han accedido a su medio especializado, el hospedador, desde su forma de vida libre, de una manera accidental y, probablemente, bajo una gran presión de selección.

Al intentar esta adaptación obligada por la presión selectiva ambiental, se han seguido varios caminos, la mayoría de los cuales han conducido al fracaso por ofertar a este organismo (tanto en el medio ambiente externo como en su nuevo nicho, el hospedador), unas condiciones disgenésicas imposibles de superar.

El número de fracasos de ocupación de un hospedador debe de haber sido enorme y se han debido, sin duda, a la incapacidad de la especie para adaptarse anatómica y fisiológicamente a su nuevo hábitat, toda vez que entre los parásitos no parece existir competencia por el territorio o alimento, ya que ambos se ofrecen próximos y abundantes para ellos en el hospedador.

La distribución de los parásitos tal y como hoy la conocemos es seguro el fruto de un

sinfín de experimentos fracasados, en el curso de los cuales han debido eliminarse un gran número de individuos. La adaptación ha provocado aislamiento de poblaciones.

Tras sucesivas adaptaciones, primero al biotopo A, posteriormente un grupo a un segundo biotopo B, luego a otro nuevo C, y así sucesivamente, se consigue ir diferenciando las poblaciones de estos individuos, llegándose al final del proceso a la especiación o separación en especies.

ETAPAS DE LA EVOLUCION

La evolución de los parásitos comporta un proceso largo, tanto es así, que muchas (prácticamente todas) de las especies que conocemos en la actualidad, todavía están en proceso de evolución. Este proceso de adaptación se produce en una serie de etapas, que según Rogers (1962), serían:

1. Contacto de una gran población de protoparásitos con otra de igual magnitud de hospedadores.
2. Desarrollo de la capacidad de atravesar barreras defensivas del hospedador (mecánicas, químicas, inmunológicas), por parte de la población protoparásita.
3. Establecimiento del protoparásito en algún punto de la anatomía del hospedador, una vez vencidas las barreras que impedían la penetración.

No sólo es necesario que el parásito llegue y se establezca en un lugar, sino que es necesario que se produzcan una serie de relaciones metabólicas que conformen una dependencia de éste con el hospedador.

En él, el parásito, no sólo va a encontrar los nutrientes apropiados, sino unos factores específicos que son los que le oferta ese hospedador y ningún otro, por lo que consigue fijar la dependencia metabólica monodimensional, que caracteriza la vida y condiciona la especificidad parasitarias.

4. El protoparásito deberá encontrar la forma de abandonar el hospedador, porque sino morirá con él.

En el transcurso de la historia evolutiva de los parásitos todas aquellas poblaciones que consiguieron adaptarse a vivir en el hospedador, pero no encontraron un mecanismo para salir de él, pudieron llegar a ser parásitos, pero, no es posible que existan en la actualidad.

5. Tras las anteriores etapas por las cuales el parásito ha conseguido penetrar, establecerse y salir del hospedador, es necesario que cubra la de la fijación genética (selección de ese o esos caracteres), de la dependencia que se ha establecido del parásito con el hospedador.

Así, se garantiza para siempre la adaptación a la vida parasitaria. De tal manera que, después de unas series de: «encuentro, permanezco, salgo, encuentro, permanezco, salgo...», se va produciendo una dependencia metabólica que impide el que el parásito pueda vivir libre de nuevo en el medio ambiente. Es lo que determina la existencia actual de la vida parásita sobre la tierra.

6. Por último se intentará progresivamente la búsqueda del equilibrio en la relación parásito-hospedador.

Todo buen parásito que se precie de serlo, deberá respetar lo más posible a su hospedador, no provocándole una acción negativa tan intensa que le ocasione la muerte. Los parásitos más evolucionados, son los menos dañinos, porque ya han conseguido un alto grado de equilibrio con su hospedador.

ADAPTACIONES A LA VIDA PARASITARIA

Estas etapas en la adaptación, esta historia evolutiva del parásito, tiene que cumplir una serie de requerimientos básicos, lo cual consiguen o quedan definidos como adaptaciones a un nicho ecológico, y son:

— Adaptaciones para encontrar a su hospedador. Son las adaptaciones para la transmisión.

— Todos los parásitos tienen que sufrir un proceso adaptativo que les permitan pene-

trar en el hospedador. Son adaptaciones para el contagio.

— Todos los parásitos deben permanecer en el hospedador y nutrirse a sus expensas. Son las adaptaciones tróficas.

— Por último todos los parásitos han de poder reproducirse y, ellos o sus elementos de diseminación, salir del hospedador. Son las adaptaciones reproductoras.

Pero, decíamos al comienzo de esta intervención, que lo que debíamos estudiar los parasitólogos, era el fenómeno del parasitismo, en toda su extensión, como fenómeno complejo de relación, rechazando el estudio aislado del parásito como animal (que corresponde a la Zoología), o la profundización exclusiva en las consecuencias de la unión parásito-hospedador (Patología Parasitaria).

Para nosotros es el todo indivisible lo que merece nuestra atención: es el parásito, el hospedador y el medio (medio ambiente externo, en unas ocasiones y hábitat interno del hospedador en otras).

La unión de esos tres factores, sus relaciones, sus influencias y sus consecuencias (la patología parasitaria por ejemplo y el porqué se produce), son los que deben despertar el interés del parasitólogo (Vickerman, 1987).

En ese sentido, el hospedador como biotopo de la asociación, ha influido, tal y como hemos visto, en la evolución parasitaria, en la epidemiología parasitaria (Thomson, 1982) pero también ha ejercido su influencia el parásito como biocenosis, en el hospedador y sus mecanismos evolutivos.

PRESION EVOLUTIVA SOBRE EL HOSPEDADOR

Baste como muestra un botón, y el seleccionado en el día de hoy es el de la influencia del parasitismo en la evolución de la reproducción del hospedador, función ésta importantísima para todos nosotros, pero que por no sé qué tabúes, o no recuerdo bien por qué razones, fisiólogos y zootecnistas consideran una función de lujo.

La reproducción sexual, consiste en que el individuo, en lugar de aportar toda su dotación genética para la formación del nuevo ser, contribuye con sólo la mitad de esa dotación, por lo que, necesita «ponerse de acuerdo» con un ser de otro sexo, para que ella done la otra mitad.

No obstante, ésto que a todos nos puede parecer una buena idea, conlleva unos costes y comporta unos beneficios a cambio, frente a otro sistema de reproducción: la reproducción sin sexo o asexual.

Sin embargo, no se corresponde con el tema el hablar del sexo o de sus costes (como el de energía consumida-éxito obtenido en la producción de copias, que es sólo del 50 % en la reproducción sexual), ni de sus beneficios, al menos directamente.

La multiplicación asexual, conlleva una eficacia, una rapidez reproductiva, pero da lugar a la formación de individuos idénticos, es decir, no evolucionados, o que evolucionan sólo como consecuencia de la mutación (el azar), lo que implica una más difícil adaptación a nuevas condiciones o nuevos hábitat.

La reproducción sexual, en cambio, al mezclarse genéticamente dos individuos, supone una amplia capacidad de transformación, de cambio, de construcción de seres distintos, consecuencia de las nuevas combinaciones de genes (Maynard-Smith, 1978).

Está perfectamente aceptado por diversos autores (Parker, 1972), que el principio de la reproducción de los seres vivos fue la reproducción asexual, variando a la reproducción sexual como consecuencia de la mejor adaptación al medio. Entre otros factores que influyeron para el cambio, fueron los parásitos los responsables del mismo (Clayton, 1992).

Si consideramos en primer lugar la parte biótica en general como responsable de la alteración de un medio, podemos encontrar que éste puede variar suficientemente, consiguiendo que, la producción de hijos dife-

rentes a los padres, compense la reducción reproductiva debida al sexo.

Si nos concretamos en los parásitos, tienen tiempos tan cortos de producción de nuevos seres que pueden pasar gran cantidad de generaciones dentro de un mismo hospedador, consiguiendo, de esta manera, fácilmente, evolucionar en su adaptación a ese nuevo nicho.

Durante este tiempo, los parásitos, sufren evolución y adaptaciones suficientes que perfeccionan la relación parásito-hospedador (intercambio de sustancias a nivel molecular y búsqueda y selección de aquello que le es más necesario).

Al contrario, si en el hospedador se diera sólo la multiplicación asexual, generaría, tal y como hemos mencionado con anterioridad, hijos idénticos que se presentarían como el hábitat ideal al que ya se encontraban perfectamente adaptados los parásitos.

Por consiguiente, el único modo de mantener la actitud reproductiva lo más posible, frente a los seres de gran capacidad de cambio evolutivo, por su rapidez en crear nuevas generaciones, es el de producir hijos diferentes, con una bioquímica diferente a la de los padres, o una inmunidad distinta, es decir, una generación fruto de una reproducción sexual (Hamilton, 1980).

Hemos tratado, pues, de hacer llegar a ustedes la idea de que la presión parasitaria se nos muestra como una de las causas de evolución de los seres vivos (sus hospedadores) en su aspecto reproductivo.

A MODO DE EPILOGO

Me van a permitir que finalice mi intervención en el mismo tono de sentimiento que la inicié. Ni lo puedo, ni lo quiero remediar, por lo que concluyo:

Querido Paco: Hoy (ayer) la Parasitología, la Universidad de Córdoba, nuestra Facultad de Veterinaria, tu Escuela de Parasitólogos y todos tus amigos, somos más pobres en gentes sin trampa, sin doblez, sin disfraz; en personas que supieron llevar adelante, con-

tra viento y marea, su compromiso con la razón.

¡Tú eras así! y por eso te fuiste tan deprimida, tan natural, tan como eras: con sencillez, con limpieza, con un adiós elegante.... Por una vez y sin retórica se puede afirmar: ¡nos queda su obra!

Nos queda tu obra escrita, quedamos tus hijos: tus hijos con Matilde, tus hijos con la Parasitología, tus hijos con la Universidad, tus hijos, por último, con tu compromiso religioso, que al fin y al cabo todos éramos guardados en esa fantástica urna que era tu corazón y que se rompió (materialmente se rompió), de albergar tanto amor, de guardar y hacer tuyos tantos problemas de todos, de entregarte con todo él a cuanto iniciabas, de no dar la espalda a nada que te viniera de frente, sino presentarlo como escudo o almohada donde todos nos podíamos reclinar.

Si me dejara llevar por mi yo primitivo, salvaje y materialista, diría como Boabdil, «Para tus herederos no hay herencia, ni trino, ni arrayán, ni limpia sombra, ni agua alegre»..., y añadiría yo, sin ti; sin embargo, nunca me lo hubieras permitido ni yo lo hubiera mantenido (siempre acepté y seguí tus consejos, salvo en uno...), por lo que desde aquí, recorro a tu recuerdo y hago un doble ejercicio: de llamamiento a tus hijos para que sigamos lo que nos marcaste, por un lado, y de ofrecimiento total y absoluto para todo aquello que este insignificante seguidor sea capaz de aportar a todos y cualquiera de ellos, por el otro.

Querido Paco, gracias, gracias, gracias y mil veces gracias. Que tu presencia constante en mi vida me ayuden a seguir la huella

que dejaste, que tantos frutos ha dado y que tantos frutos aún debe dar.

He dicho. Gracias.

De Cáceres a Córdoba, a 22 de febrero de 1991.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BAER, J. (1971): El Parasitismo Animal. Ed. Guadarrama, Madrid.
- (2) CLAYTON, D.H. (1992): The influence of parasites on host sexual selection. *Parasitology Today*, **7**, 12: 329-334.
- (3) CORDERO DEL CAMPILLO, M. y col. (1986): Teaching Veterinary Parasitology throughout the world. *Vet. Parasitol.*, **19**: 1-12.
- (4) COX, F.E.G. (1982): Modern Parasitology. A textbook of Parasitology. Blackwell Sci. Pub., Oxford.
- (5) HAMILTON, W.D. (1980): Sex versus non-sex versus parasite. *Oikos*, **35**: 282-290.
- (6) MARTINEZ-GOMEZ, F. DE P. (1974): Memoria sobre organización de la enseñanza y programas de las asignaturas «Parasitología y Enfermedades Parasitarias», presentada para el acceso a Cátedra. Universidad de Córdoba.
- (7) MAYNARD SMITH, J. (1978): The evolution of sex. Cambridge Univ. Press.
- (8) PARKER, G.A.; BAKER, R.R.; SMITH, V.C.F. (1972): The origin and evolution of gamete dimorphism and the male-female phenomenon. *Journal of Theoretical Biology*, **36**: 529-553.
- (9) READ, C.P. (1972): Animal Parasitism. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- (10) ROGERS, W.P. (1962): The nature of Parasitism. Academic Press, New York.
- (11) THOMSON, R.C.A. (1982): Interspecific variations and parasitic epidemiology. In Parasites: Their world and ours. Ed. Mettrick, D.F. & Dessert, S.S., Elsevier Biomed. Press. Amsterdam. 369-378.
- (12) VICKERMAN, K. (1987): The impact of future research in our understanding of parasitism. *Int. J. of Parasitol.*, **17** (2): 731-735.