

De los Genomas, los Animales, los Humanos y la Etología

Juan Carlos Raya Pérez*

La secuenciación de los genomas abre la posibilidad de la búsqueda de genes relacionados con enfermedades y con alteraciones de la conducta. Será interesante averiguar, con la herramienta de la genómica y de la proteómica, cómo se heredan las pautas de conducta. Las secuencias de los genes y la estructura y función de las proteínas nos confirman que compartimos las mismas moléculas con casi todos los organismos vivos. Esto cambiará la visión que tengamos acerca de nosotros mismos y de las otras criaturas, lo que debe motivar una reflexión acerca de la relación entre la bioética y la ciencia.

Genomic sequentiation opens the possibility for searching genes related to diseases and behavior alterations. It should be interesting, using the genomic and proteomic tools, to investigate how patterns of behavior are inherited. Gene sequences and the structure and functions of the proteins confirm that we share the same molecules with the rest of the living organisms. These facts will change the vision that we have about us and other living creatures and should motivate to reflect about the relationship between bioethics and science.

INTRODUCCIÓN

La secuenciación del genoma humano ha marcado un hito en la ciencia. Con anterioridad se habían secuenciado genomas bacterianos, el de levadura, del gusano *Caenorhabditis elegans*, de éste se dijo que su número de genes, unos 19000, definía el número mínimo para hacer un metazoario. También se conoce ya el de *Arabidopsis thaliana*, una planta, con 26000 genes. La mosca de la fruta tiene unos 13600 genes, un poco menos de la mitad de los del humano. El de ratón se conocerá próximamente y algunos se preguntan ¿Por qué no se han hecho los mismos esfuerzos para secuenciar el del chimpancé? (Pennisi 2000).

Si bien ahora falta estudiar las proteínas para las cuales codifican todos y cada uno de los genes, entre las muchas aplicaciones que se prevén, una es la búsqueda de genes relacionados con enfermedades y, algo que parece más lejano, aquellos relacionados con la inteligencia, el comportamiento (especialmente con desviaciones de la conducta) y aquellos implicados con la adicción a sustancias como el alcohol o la cocaína.

diapositiva 1 (planta)

El comportamiento animal

En los organismos situados por debajo de los mamíferos en la escala evolutiva, como los peces y las aves, las pautas de conducta son heredadas y es difícil enseñarles pautas nuevas (Bitterman 1979). Las pautas innatas de comportamiento no se inventan ni se aprenden, se heredan. Esto ha permitido elaborar árboles filogenéticos con base en los rasgos de conducta innatos. Entre las aves es muy difícil que aquellas especies que presentan conductas disímiles entre sí lleguen a aparearse y, menos aun, a tener descen-

Recibido: 7 de Agosto de 2001

Aceptado: 3 de Octubre de 2001

* Instituto de Biotecnología, Departamento de Biología Molecular de Plantas, UNAM. Av. Universidad 2001 Col. Chamilpa. Cuernavaca, Morelos 62210.

PALABRAS CLAVE: Herencia, Comportamiento, Gen, Bioética.

KEYWORDS: Heredity, Behaviour, Gene, Bioethics.

dencia fértil. Cuando se obtienen híbridos, éstos a veces muestran una combinación de pautas conductuales, mezcla de la de los progenitores, la de uno de los padres o la de ninguno de los dos. En este último caso presentan una nueva. Algunos híbridos parecen no saber si comportarse como la madre o como el padre (Lorenz 1979; Clark 1987). Los individuos tienden a adaptarse lo mejor posible al medio y existen elementos que son transmitidos por la comunidad; así, un pájaro aislado tendrá pautas de comportamiento mucho más restringidas y esquematizadas que uno viviendo en libertad. En cautiverio las palomas fueron incapaces de mostrar habilidades de aprendizaje, pero tenemos el caso de los pajarillos que aprendieron a romper el sello de las botellas de leche para beber. Ahora, toda la población de estos pájaros puede romper los sellos. No sabemos si esta habilidad se ha extendido por imitación o si implica algo más complejo como la enseñanza-aprendizaje (Bitterman 1979). Existen ciertos halcones capaces de utilizar un guijarro para romper el cascarón del huevo y así poder comérselo. Además, pueden romper el huevo, utilizando la piedra, sin haber visto nunca a otro halcón hacerlo ¿En qué momento se imprimió esto en su código genético? ¿De qué manera se hereda este comportamiento?

diapositiva 2 (pez)

En los mamíferos la parte innata de la conducta tiende a ser enmascarada por la parte de la conducta que es aprendida. Aquí también tenemos el famoso caso de un mono que aprendió a lavar papas, seguramente por imitar a un huma-

no, y ahora los monos lavan las papas. Algunos han propuesto que es así como en realidad avanzan las sociedades, gracias a los genios o rebeldes que inventan o aprenden algo nuevo y lo enseñan a los demás (Clark 1987). Mientras tanto, las cosas se hacen igual por cientos o miles de años (otra vez, podemos recordar el “Mundo Feliz” de Aldous Huxley, “Campo de Batalla” de Graham Green, o “Los pasos de Ulloa” de Emilia Pardo Bazán, donde la visión sobre la sociedad humana es implacable).

diapositiva 3 (mono)

Se ha propuesto, como una de las posibles causas de su extinción, que los neardentales (*Homo sapiens neardenthalis*) eran incapaces de modificar su conducta, pues no hay evidencias de que lo hicieran a lo largo del tiempo que habitaron en Europa y Asia. Algo contrario a lo observado con los cromañones (*Homo sapiens sapiens*), que muestran gran variabilidad. Entre más flexible es su conducta los animales pueden tener mayor oportunidad de sobrevivir bajo ciertas presiones. Los perros salvajes (*Lycaon pictus*) se han extinguido de grandes zonas de África y los intentos por reintroducirlos han fallado en buena medida porque las jaurías en cautiverio son incapaces de reproducir las pautas de conducta de los perros en libertad, que les permiten cazar, cuidar y alimentar a los cachorros y, por lo tanto, sobrevivir (Gorman *et al.*, 1998). En cambio, los lobos (*Canis lupus*) pueden ajustar el número de individuos de la manada dependiendo de la abundancia de la caza (Post *et al.*, 199). Los perros (*Canis familiaris*) descienden de los lobos y estos han sido capaces de volver a

un estado salvaje, como los dingos en Australia. Y al parecer retoman las pautas de conducta de sus antecesores salvajes. En las ballenas asesinas (orcas), recientemente se han reportado casos de ataques a nutrias marinas por parte de éstas. Al parecer, una ballena reconoció a las nutrias como una posible fuente de alimento y ahora esta conducta se ha extendido, presumiblemente porque otras orcas han aprendido que la nutria es una presa más. Esto, vale decirlo, se explica por la baja en las poblaciones de focas, la presa habitual de la orca, lo que llevó a la ballena a buscar otra fuente de alimento. Por lo que sabemos, las orcas son capaces de aprender y enseñar en mayor medida que las aves (Estes *et al.*, 1998; Bitterman 1979).

diapositiva 4 (perro)

Estas diferencias en la rigidez de las pautas de conducta quizá podrían explicarse estructuralmente. Sabemos que los mamíferos tienen más desarrollada la corteza cerebral que las aves o los reptiles. Los autistas tienen pautas de conducta muy rígidas y estas parecen estar regidas por el tallo cerebral, una parte evolutivamente más antigua, y no por la corteza, de más reciente aparición.

En los monos urbanos, que conviven con humanos, en la India, se observó una conducta más descarada, más agresiva que los monos que han vivido siempre en la selva. En las pruebas de inteligencia no hubo diferencias entre los monos de ambiente urbano o ambiente selvático. Por lo menos en el lapso de tiempo que llevan viviendo en lugares diferentes el medio

ambiente no ha influido decisivamente en la inteligencia de los animales, aunque sí se observan cambios en su conducta (Dan Singh 1979). Entre los chimpancés está comprobado que hay conductas variables de un grupo a otro y se habla incluso de evolución cultural. De hecho, se ha visto que los grupos más activos son los que se ocupan en la caza de animales pequeños y estos chimpancés son capaces de comunicarse entre ellos y coordinarse para hacer caer a la presa. Los que habitan en una región donde hay leopardos u otros predadores no hacen sus lechos nunca en el suelo, siempre en los árboles. En cambio, donde no hay leopardos, acostumban dormir en el suelo (Whiten *et al.*, 1999; Waal 1999). Esto lo consignan como diferencia ecológica, no cultural, pero no deja de ser notable y podríamos sospechar que los animales están hasta cierto punto conscientes de la ausencia de predadores y por ello se atreven a dormir a ras del suelo. Entre nuestros antepasados, *Homo habilis*, se han encontrado evidencias de migraciones contrarias a la marcha de todos los otros animales, herbívoros principalmente; aunque la evidencia indica esto, podrían darse varias interpretaciones. Quizá podría relacionarse con el aprovechamiento de una fuente de alimento no disponible o al alcance de otros animales, o con la menor densidad de depredadores allí donde no hay herbívoros (Strait y Wood 1999). Respecto a lo primero, sabemos que los chimpancés, usando piedras o palos, pueden romper semillas duras (nueces) que de otro modo les serían inaccesibles; o bien, usando un palo pueden “pescar” termitas al introducirlo dentro del termitero. Ya se han encontrado huesos que nuestros antepasados usaron con este fin, aunque no está claro si fue un australopitecino o un *Homo* el que hizo uso de estas herramientas (Shipman 2001).

En los humanos, la habilidad verbal (manejo del idioma) y la espacial (situarse en un espacio de tres dimensiones) difiere entre las personas de tal modo que unas tienen estas habilidades muy desarrolladas y otras muy poco. La facilidad con la cual los bebés aprenden un idioma (no necesariamente el de sus padres de sangre)

indica que hay una capacidad innata para hacerlo. La herencia explica hasta un 73% de la habilidad verbal entre gemelos (aquellos que comparten los mismos genes por venir del mismo cigoto, es decir heredan exactamente los mismos cromosomas) y un 43% para los cuates (alumbrados en el mismo parto pero que provienen de dos cigotos y, por lo tanto, tienen juegos de cromosomas distintos); la espacial se explica hasta en un 62% para gemelos y 34% para los cuates.

De los gemelos criados en distintos hogares (por adopción) la herencia explica un 51% para su habilidad verbal y un 49% para la espacial y, a medida que crecen parece tomar preponderancia el factor genético, es decir, parece que a pesar de las condiciones del medio la herencia comienza a actuar a medida que se desarrollan. Los análisis genéticos indican que los mismos genes, en gran número, intervienen en la habilidad verbal espacial, de lectura y el manejo de las matemáticas (Plomin y Craigh 1997).

En el síndrome de Turner falta una parte de uno o todo un cromosoma x. En una muestra de 80 niñas y mujeres jóvenes, las que heredaron el cromosoma x de su madre (X^m) tuvieron problemas sociales significativos y necesidad de educación especial en mayor número que las que lo heredaron de su padre (X^p) y estas tenían mejor aptitud verbal que las X^m (Scorfield *et al.*, 1997).

A nivel molecular, los ratones que no expresan una proteína muy abundante en hipocampo, la α -CaMKII, tienen dificultad para encontrar una plataforma semisumergida en un tanque de agua; en esta plataforma pueden apoyarse para no hundirse. En otros ratones, a los que se les introdujo un gen para que sobreexpresaran una proteína en las neuronas cerebrales, un tipo de receptor de glutamato (el glutamato es también un neurotransmisor), aprenden mucho más rápido que los ratones normales. También se ha descubierto que en los hijos de madres alcohólicas se destruye este tipo de receptor, degeneran las neuronas y los niños presentan problemas

graves de aprendizaje y de la memoria. Una mutación en un gen que introduce un alargamiento en la proteína para la que codifica, está relacionada con el mal de San Vito y provoca demencia. Dependiendo de qué tan grande sea el alargamiento, así de grave es la enfermedad o la edad en que comienza. Esto podría dar pie para buscar mutaciones que nos permitieran "dosificar" qué tanto impacto queremos tener sobre determinada característica, alterando de distinta manera el gen o los genes implicados en esa característica.

Así, aunque la conducta tiene una herencia poligénica o cuantitativa, parece también susceptible de ser modificada al afectar uno o pocos genes. La idea de poder dar algún tipo de terapia a un psicópata, por ejemplo, no deja de ser atrayente. Entre los lobos, cuando hay una lucha, el derrotado, al aceptar su derrota, se pone sobre su lomo y expone el cuello al vencedor, en una posición muy vulnerable. Pero entonces el lobo vencedor entiende, digámoslo de esta manera, que el otro está vencido y lo que hace es reafirmar su victoria pero no muerde al vencido. Es lo que se conoce como ritual de aplacamiento. Los psicópatas no se inhiben ni entienden el grito de dolor de una víctima, de un congénere. En cierta forma, no entienden el ritual de aplacamiento y terminan por matar a la víctima (Clark 1987). Entre los chimpancés, las reconciliaciones después de un pleito entre miembros del grupo son sumamente importantes. Sin embargo, entre estos primates se da el canibalismo; bajo ciertas circunstancias el ritual de aplacamiento no es acatado y el rival es muerto y comido. Sucede sobre todo entre hembras que se comen al crío de una hembra subordinada, o entre machos que se comen al crío que sospechan no fue engendrado dentro del grupo. Una joven chimpancé, al matar a un joven babuino, parecía inhibirse debido al parecido entre ella y la víctima, pero de todos modos lo mató. En general, los animales matan a los extraños, no a los más cercanos o familiares. Las ratas se ayudan entre ellas, pero matarán a una rata extraña, ajena al grupo (Clark 1987; de Waal 1999).

Se piensa que todos estos comportamientos se han heredado porque sirven o sirvieron a la especie para tener éxito y perpetuarse. Las chimpancés, al matar al hijo de la otra, parecen asegurar su jerarquía y también, tener más recursos disponibles para ellas mismas y sus críos. Cuando el chimpancé mata al crío que no es suyo probablemente tenga oportunidad de engendrar uno que sí lleve sus genes. No es que esa sea la intención del animal, pero su acción tiene ese efecto. Quizá por esto se han conservado y heredado estos comportamientos a lo largo de la evolución (Clark 1987; Lorenz 1979). Entre los grupos humanos que se dedicaban a la caza y la recolección no había un líder o jefe y los recursos eran de todos. Por lo que todos debían trabajar para recolectar o cazar y lo que se obtenía se dividía en partes iguales. Así, parece que los niños eran alimentados y cuidados por la colectividad, sin que perdieran el nexo con la madre. Y esto indicaría que no había un macho dominante que mantuviera un harén y engendrara a la mayoría de las crías, como ocurre por ejemplo entre los babuinos. Volviendo a las chimpancés, éstas pueden tener cientos de relaciones sexuales y, al parecer pueden decidir hasta cierto punto, en qué momento preñarse y con cual macho. El crío vive solo con la madre los primeros años, hasta que se une a la tropa de machos. Las chimpancés jóvenes, dependiendo del grupo emigran en un 50% y hasta 100% para unirse a otro grupo. Por otro lado, en los seres humanos, los matrimonios entre las bandas de cazadores recolectores tenían importancia y era una forma de mantener unidas a distintas bandas que ocupaban distintos territorios, evitando enfrentamientos. Es posible que hubiera un cierto respeto por la hembra del compañero, pero también que los niños formaran una especie de colectividad, siendo cuidados por toda la banda. Los varones y las mujeres podrían haber formado otras colectividades dentro del grupo. Los celos no parecen ser universales, al menos entre los animales. Entre los babuinos, cuando una hembra en celo muestra preferencia por algún macho, la pareja se aparta un poco de la tropa durante cierto lapso de tiempo, pero pron-

to se reintegran sin problemas (Washburn y Devore 1979).

La idea de una familia a la usanza actual parece ser muy reciente. De hecho se especula que nuestro comportamiento no fue seleccionado para vivir de este modo y por ello se tienen tantos conflictos (Clark 1987).

Como se dijo antes, los mamíferos muestran pautas conductuales menos rígidas que las aves o los reptiles. Entonces, es posible que al establecerse los circuitos neuronales responsables de dirigir nuestros impulsos, nuestra conducta, se tenga una mayor plasticidad que en el caso de otros animales. Por esto, presumiblemente, tendríamos tanta variabilidad en la conducta entre grupos y seríamos capaces de modificarla en algún grado, en alguna medida (aunque cueste mucho esfuerzo). Si ya se han identificado neuronas que se activan cuando sentimos empatía por otro, cuando nos identificamos con otro, es posible que en un futuro cercano se identifiquen otras relacionadas con conductas indeseables.

Algunas consideraciones bioéticas

Se ha señalado que con frecuencia se compara a los animales con los humanos, o viceversa, sin mayores consideraciones o reflexiones. Se cae en la tentación de querer justificar cierta conducta diciendo que los animales hacen lo mismo, de modo natural como la promiscuidad de los chimpancés, o la preeminencia de los más fuertes (Clark 1987). No ha sido esa la intención en este ensayo. Pero la información obtenida recientemente nos da bases para pensar que nuestro comportamiento, nuestras habilidades tienen una base genética, como ocurre con los otros animales.

La tradición y la costumbre nos han enseñado que somos distintos a los animales. Pero no sabemos, la mayoría, en qué somos claramente distintos. Se ha dicho que nuestra capacidad de interiorizar, de reconocernos a nosotros mismos y a nuestros congéneres es una de las características que nos hace humanos, cabe decir, la con-

ciencia. El que sabe que sabe, según el nombre científico. Producimos música, humor, arte, fuego, somos capaces de prever. También nos diferenciamos, han señalado, por la capacidad que tenemos de reconocer que estábamos equivocados respecto a algo (Hauser 2001). Sin duda, la idea que tengamos sobre nosotros mismos, sobre nuestros cuerpos, se verá afectada en el futuro por la información que se obtenga del genoma y el proteoma. La posibilidad de “construir” los órganos necesarios para los trasplantes a través de la clonación de embriones o por inducir la diferenciación de las células troncales o madre (stem cells) cambiará sin duda la idea o percepción que tengamos de nuestro cuerpo. Se ha visto que los elefantes cubren de tierra a veces a algún compañero muerto. Entre los homínidos, es hasta que aparecen los neandertales que se encuentran entierros intencionales, tal vez como una muestra de respeto, para proteger al cadáver de los depredadores y se especula, por existir ya una idea sobre el más allá. Quizá en el futuro cercano sea de lo más natural recibir un trasplante de un órgano que se le extraja a un cerdo diseñado precisamente para eso ¿Qué pensar entonces del cerdo? (Holden 2000). Otra de las alternativas sería “fabricar” embriones para utilizar las partes y desechar lo que no se aprovechara. El cuerpo, nuestro cuerpo, podría verse simplemente como una especie de carrocería susceptible de renovarse cuando alguna parte estuviera ya dañada; las partes inservibles podrían reciclarse o irse a la basura ¿Qué actitud asumir ante esto? Cuando se secuencie el genoma del chimpancé seguramente sólo nos confirmará que no somos tan distintos de los animales, por lo menos a nivel molecular, algo que de hecho sabemos ahora. La tecnología actual permitirá sintetizar genes, tomando como base la secuencia ya conocida del propio humano o de algún otro organismo; seguramente habrá grupos que se opongan a este tipo de terapia (terapia génica) como se oponen ahora a las transfusiones y los trasplantes. Seguramente cambiará nuestra cosmovisión y nuestra manera de comportarnos, pero esperemos que seamos capaces de asimilar toda esta información y dar-

le el mejor uso posible, en beneficio de todos o del mayor número posible de personas. Se ha señalado que el científico no puede lavarse las manos y decir que él genera conocimiento y no se ocupa de si se empleará bien o mal. Con los recientes avances es necesaria la hesitación antes de lanzarse y decir sí a todas las posibles aplicaciones del conocimiento. Ciertamente, no debemos temer al conocimiento, pero el científico debe comprometerse para que se le dé un uso adecuado.

diapositiva 5 (elefante)

REFERENCIAS

- Bitterman, M. E. (1979). La evolución de la inteligencia. En: *Biología y Cultura*. Selecciones del Scientific American. H Blume editores 1979. España (p. 119-126).
- Clark, Stephen R. L (1987) *La naturaleza de la bestia*. Breviarios. Fondo de cultura económica. México.
- Dan Singh S. (1979). Monos urbanos. En: *Biología y Cultura*. Selecciones del Scientific American. H Blume editores 1979. España (p. 148-154).
- Estes, J. A., M. T. Tinker, T. M. Williams, D. F. Doak (1998). Killer whale predation on sea otters linking oceanic and nearshore ecosystems. *Science* 282:473-476.
- Gorman, M. L., M. G. Mills, J. P. Raath y J. R. Speakman (1998). High hunting costs make african wild dogs vulnerable to kleptoparasitism by hyenas. *Nature* 391:479-481.
- Hauser, M. D. (2001). Elementary, my dear chimpanzee. *Science* 291 :440-441.

- Holden, C. (2000). Researchs painied by effort to define distress precisely. *Science* 290 :1474-1475.
- Lorenz, K. Z. (1979). La evolución de la conducta. En: *Biología y Cultura*. Selecciones del Scientific American. H Blume editores (1979). España (p.109-118).
- Pennisi, E. (2000). Genomics comes of age. *Science* 290:2220-2221.
- Plomin, R. e I. Craig (1997). Human behavioral genetics of cognitive abilities and disabilities. *BioEssays* 19:1117-1124.
- Post, E., R. O. Peterson, N. Chr. Stenseth, B. E. McLaren (1999). Ecosystem consequences of wolf behavioural response to climate. *Nature* 401:905-907.
- Scorfield, J., P. McGuffin y A. Thapar (1997). Genes and social skills. *BioEssays* 19:1125-1127.
- Shipman, P. (2001). What can you do a bone fragment? *Proc. Natl. Acad. Sci.* 98:1335-1337.
- Strait, D. S. y B. A. Wood (1999). Early hominid biogeography. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96:9196-9200.
- Waal, F. B. M de (1999). Cultural primatology comes of age. *Nature* 399:635-636.
- Washburn, S. L. e Irven Devore (1979). La vida social de los babuinos. En: *Biología y Cultura*. Selecciones del Scientific American. H Blume editores (1979). España (p. 136-145).
- Whiten, A., J. Goodall, W. C. Mcgrew, T. Nishida, V. Reynolds, Y. Sugiyama, C.E.G. Tutin, R. W. Wrangham y C. Boesch (1999). Cultures in chimpanzees. *Nature* 399:682-685.

