



Sexo, Neotenia y AAT

por Waldo Mora Ulloa

Nuestra especie, *Homo sapiens*, se destaca por algunas características de las cuales resaltan particularmente tres: (1) nuestra sexualidad, caracterizada por actividades que no se relacionan con la reproducción pero sí con nuestra salud mental; (2) nuestra piel, con pelos diminutos en la mayor parte de la superficie corporal, tanto que da la impresión que fuésemos lampiños, con una deposición de grasa abundante bajo ella y que debemos exponer al agua regularmente para poder mantenerla sana; y (3) nuestro lenguaje, que hace posible una espectacular riqueza comunicacional, los fenómenos cognoscitivos y la creatividad. Revisemos brevemente algunos de los paradigmas que la biología contemporánea ofrece para explicar estos fenómenos.

1. Sexo

El sexo consiste de un dimorfismo estructural individual que hace posible la transferencia de moléculas de DNA característico de una especie, desde un individuo emisor o macho hacia un individuo receptor o hembra. En la mayoría de las especies biológicas el individuo hembra produce células especiales, los huevos, que son las que reciben el DNA transportado por otras células especiales del macho, los espermatozoides; al combinarse ambos tipos celulares se da inicio a un nuevo individuo de la especie.

Se ha observado que la mezcla de moléculas de DNA (que contienen los genes) provenientes de individuos diferentes contribuye a incrementar la variabilidad genética, es decir que se logran en los descendientes combinaciones de factores de la herencia biológica diferentes a las observadas en cada uno de los progenitores. A nivel poblacional, esta variabilidad genética en constante renovación aumenta la probabilidad de sobrevivida del grupo y esta sería la razón por la cual se ha establecido y generalizado la reproducción sexual.

Adicionalmente, la mayoría de los animales presentan dos mecanismos conductuales que hacen posible llegar a poner en contacto huevos con espermatozoides. Estos mecanismos son el cortejo y la cópula. Como estos mecanismos son críticos en la conservación de las poblaciones, los individuos que han sorteado el proceso selectivo durante muchas generaciones son aquellos que poseían factores hereditarios (genes) que afectan el comportamiento sexual, de manera que actualmente nos encontramos con que cortejo y cópula no son independientes del patrimonio genético de una especie. Esta base genética (estructural) explica en gran medida las regularidades observadas en tales conductas mencionadas, es decir su naturaleza predominantemente instintiva y su marcada independencia del aprendizaje.

Cuando se trata de nuestra especie, en la biología contemporánea se habla de al menos cinco niveles de sexo, o clases de sexos, que se relacionan entre sí de manera secuencial y determinista, dado que cada uno se construye sobre otro previo.

1.1. Sexo cromosómico

Nuestro DNA es una colección de moléculas cuyo número mínimo (número haploide o n) es 23, el número que hay al interior de un espermatozoide cualquiera; cada molécula se conoce con un dígito (o con una letra y un dígito) y corresponde también a un cromosoma, que es el DNA combinado con diferentes proteínas, algunas que favorecen su estabilidad y otras que participan en la regulación de la expresión de sus genes. Las 23 moléculas de DNA del espermatozoide se combinan con otras 23 al interior de un huevo, con lo cual se logra el número característico de nuestra especie que son 46 cromosomas (número diploide o $2n$). En este juego diploide hay dos ejemplares de cada cromosoma (Figura 1), donde uno es herencia paterna y el otro es herencia materna; tales cromosomas se denominan homólogos y son portadores de los mismos genes, aunque rara vez son exactamente idénticos (se denominan genes alelos). Los numerados desde 1 hasta 22 se denominan cromosomas autosomas y el número 23 se denomina cromosoma sexual, del cual hay dos formas claramente distintas: el X y el Y. Estos cromosomas sexuales deben su nombre a que determinan el primer nivel estructural del dimorfismo sexual: el sexo cromosómico.

Durante la formación de las células especializadas en la reproducción sexual, los huevos y los espermatozoides, la meiosis (un mecanismo de distribución del DNA nuclear) hace posible obtener núcleos

con un solo juego cromosómico completo (n), los cuales al fusionarse restituyen el número de la especie (2n). Los huevos siempre aportan cromosoma sexual X y los espermatozoides pueden ser portadores de un cromosoma sexual X o de un cromosoma sexual Y. Si la fusión del núcleo de un huevo, que siempre será 22 autosomas + X, se realiza con un espermatozoide 22A + X se obtendrá un cigoto homogamético; si se realiza con un espermatozoide 22A + Y se obtendrá un cigoto heterogamético.

La presencia del cromosoma Y en una célula determina que sean sintetizadas dos proteínas en particular: el antígeno HY (componente de las membranas celulares) y la TFD o factor de desarrollo testicular (proteína reguladora de transcripción). Debido a esto es posible separar los espermatozoides portadores del cromosoma X de los portadores del Y; estos últimos tienen la proteína HY en sus membranas de manera que mediante una técnica de afinidad diferencial se pueden unir a un sustrato separador, en cambio los portadores del X no. Posteriormente, con los espermatozoides ya separados se puede optar por una fecundación asistida y elegir el sexo cromosómico de un nuevo individuo.

El cigoto se divide, con lo cual se obtienen dos células denominadas blastómeras. Estas continúan dividiéndose y luego de una semana se diferencian en dos tipos celulares distintos que constituyen el blastocisto: células trofoblásticas que forman una esfera en cuyo interior quedan un líquido y un agregado de unas pocas células denominado masa interna. Después de la implantación en la pared del útero (endometrio) las trofoblásticas se convertirán en corion y placenta, en tanto que la masa celular interna da origen al amnios, al cordón umbilical y al bebé. La formación del bebé se divide en (a) el embrión postimplantacional, hasta cuando termina el surgimiento de nuevos órganos, alrededor de los tres meses, y (b) el feto, que crece y madura hasta que pueda vivir fuera del útero, alrededor de los nueve meses, momento en que la placenta desencadena el mecanismo del parto.

1.2. Sexo gonadal

Hasta la sexta semana de desarrollo no hay diferencias entre los embriones que darán origen a hembra o a macho. En la séptima semana, la gónada primitiva se modificará hacia un ovario (conservando la corteza y perdiendo la médula) o hacia un testículo (perdiendo la corteza y conservando la médula), definiéndose así el sexo gonadal. Para que ocurra la segunda posibilidad se requieren del antígeno HY y de la proteína reguladora TDF, por lo tanto el sexo cromosómico heterogamético previamente establecido.

1.3. Sexo anatómico

Una vez formada la gónada definitiva (ovario o testículo), el desarrollo corporal se canaliza espontáneamente hacia la configuración anatómica de una hembra, excepto cuando la gónada transformada en testículo secreta un pulso de testosterona, el cual obliga un proceso que conduce a la formación de un macho, denominado masculinización.

La masculinización no solamente implica los órganos genitales, tanto internos como externos, sino que también el sistema osteomuscular y el nervioso. Algunas alteraciones, como la homosexualidad, están asociadas a una masculinización incompleta (del sistema nervioso). Otras alteraciones, como el síndrome adrenogenital, se relacionan con alteraciones en los niveles hormonales, ya sea de la madre o del embrión (o feto).

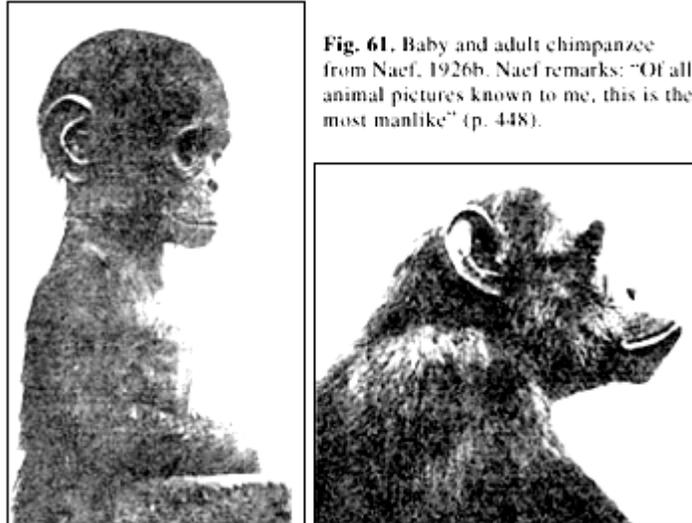
1.4. Sexo psicológico

Es un fenómeno tanto afectivo como cognoscitivo. La persona se identifica y se siente ya sea de naturaleza femenina o masculina, lo cual no necesariamente se corresponde con los otros sexos previos ni con el siguiente. El sexo psicológico es un sexo íntimo, inalcanzable para los individuos que nos rodean. Es un sexo misterioso e inviolable.

1.5. Sexo social

Es el sexo que todo individuo aparenta, es su actuación sexual en sociedad, la cual se puede clasificar regularmente como mujer o varón. Esto incluye los atuendos, el calzado, los modales, los hábitos, los "gustos" y la manera de hablar, todo lo cual es resultado de un condicionamiento social.

2. Neotenia



La fotografía de la izquierda es de un chimpancé infantil y la de la derecha es de un chimpancé adulto, ambos de la especie *Pan troglodytes*, ampliamente considerada como el primate biológicamente más cercano a *Homo sapiens*, nuestra especie. Al comparar ambas imágenes podemos apreciar que luego de ocurrido el desarrollo que permite distinguir entre infantil y adulto hay al menos dos hechos que llaman la atención.

Uno es que la cabeza del infantil parece una pelota sobre una columna (su cuello), en cambio la cabeza del adulto se proyecta ligeramente hacia delante con respecto al eje vertical del cuerpo. La explicación para este fenómeno es que durante el crecimiento el agujero occipital (foramen magnum) se desplaza dorsalmente, proceso que presentan todos los primates, excepto nosotros que continuamos teniendo nuestro agujero occipital en la base de la cabeza durante toda la vida.

El otro hecho es que a medida que un chimpancé infantil se convierte en un chimpancé adulto su cara se va elongando, acontecimiento general en los primates, excepto en los primates humanos.

A estos dos rasgos infantiles conservados por el ser humano, según podemos apreciar en la fotografía del centro, se agregan otros que tenemos en común con los primates infantiles pero no con los primates adultos, así como también rasgos que son propiamente fetales. Tales observaciones fueron iniciadas por Bolk a comienzos del siglo pasado y continuadas posteriormente por Montagu, De Beer, Keith y Gould. Entre tales rasgos nuestros están:

1. tamaño reducido de los pelos en general
2. poco pigmento en la piel, en los ojos y en el pelo
3. párpados con pliegue epicántico o mongoloide
4. peso cerebral elevado en relación al peso corporal
5. persistencia de las suturas craneanas hasta edad más avanzada
6. conservación de los labios mayores
7. conservación del prepucio
8. conservación de la proporción entre dedos y planta de los pies
9. ausencia de rotación del orjejo mayor del pie
10. pelvis baja (distancia entre crestas de iliones e isquiones)
11. tubo vaginal dirigido ventralmente
12. huesos craneanos delgados
13. ausencia de crestas craneanas
14. ausencia de arco superciliar
15. órbitas oculares bajo la cavidad craneana
16. dientes pequeños
17. caninos de la altura de incisivos, premolares y molares
18. erupción tardía de la dentadura

19. dependencia infantil prolongada
20. osificación retardada
21. conservación de tasas de crecimiento fetal
22. período de crecimiento prolongado
23. vida larga

La interpretación de la existencia de tales rasgos infantiles y fetales en los seres humanos ha sido interpretada como neotenia. Esta consiste en la maduración sexual (capacidad para la reproducción) en individuos que no han alcanzado el desarrollo corporal propio de los adultos de su especie. Dicho en términos más simples, los humanos somos siempre niños (o quizás fetos) que solo maduran sexualmente y tratan de copular.

Si aceptamos esta interpretación de los fenómenos anatómicos descritos, cabe preguntarse ¿cómo afecta nuestra neotenia nuestra sexualidad? Desconozco si alguien se ha hecho esta pregunta y si a continuación ha ofrecido una respuesta. Si he de hacer yo mismo ambas cosas, pues entonces afirmo lo siguiente: si somos niños o monos infantiles, todo es un juego y todo aquello que sea grato de hacer se convertirá en algo para ser repetido, algo para volver a jugar y en esta perspectiva toda forma de satisfacción sexual asume un rango de legítima. Surgirá entonces un conflicto cuando una forma de satisfacción (sexual) se riñe con las restricciones (consensuadas o impuestas autoritariamente) que regulan a los individuos del grupo.

3. AAT (aquatic ape theory, teoría del simio acuático)

Estamos clasificados dentro de los mamíferos primates pero, luego del apartado anterior, queda fuera de toda discusión que somos la especie de monos más diferente dentro del grupo. Tenemos lenguaje y somos neoténicos. Poco antes de mediados del siglo pasado, Max Westenhöffer propuso que nuestros rasgos específicos especiales tenían relación con nuestra historia evolutiva, la cual transcurrió en relación al agua. Pocos años más tarde, en 1960, Alister Hardy publicó esta misma idea, aunque más elaborada. En forma resumida, ambos propusieron que varios aspectos de nuestra anatomía, y de nuestra fisiología, solo pueden ser entendidas si evolucionamos habiendo vivido en el agua, al menos por algunos millones de años.

Uno de nuestros rasgos más sorprendentes es la gran cantidad de grasa subcutánea de los bebés, que resulta ser unas diez veces la que se observa en las crías de otros primates. Si nuestra evolución transcurrió en las cálidas sabanas africanas ¿qué hizo allí una piel así, tan distinta en comparación al resto de los mamíferos del lugar? La pregunta no tiene respuesta, a menos que supongamos que nuestros ancestros vivían en las playas de la costa o de los grandes lagos africanos.

Los ancestros de tierra firme fueron permaneciendo cada vez más tiempo en el agua y, generación tras generación, estuvieron sometidos a selección de manera que los sobrevivientes fueron los que presentaron las modificaciones más favorables para una vida cada vez más acuática. Entre tales modificaciones juega un rol protagónico la grasa subcutánea, que minimiza la pérdida de calor y por ende protege de una hipotermia. Otra característica favorable para la vida en el agua es la reducción del roce con el líquido, lo cual se consigue achicando e incluso eliminando los pelos de la piel (y en el caso de las aves que dieron origen a los pinguinos, achicando las plumas).

A los dos rasgos "acuáticos" mencionados nuestra especie puede agregar la existencia de membrana interdigital en las manos ("mano pata de pato"), el cuero cabelludo de la cabeza (que protege del sol la parte más expuesta de un mamífero nadador de superficie), laringe profunda, las líneas de crecimiento hidrodinámicas de nuestros pequeños pelos corporales, la existencia de "tapones" (aunque con sus músculos bastante atrofiados) en los orificios nasales y auditivos, la capacidad natatoria de los recién nacidos, el reflejo durante una inmersión (bradicardia y vasoconstricción periférica) y el ciclo sexual de 28 días en las mujeres (coincidente con el ciclo de las mareas).

Al concepto de población ancestral acuática, Elaine Morgan agregó algunas interesantes observaciones y especulaciones. La cópula frontal es la más frecuente en nuestra especie y la presentan solamente otros mamíferos cuando son de vida acuática. Las excepciones son unas pocas: entre los mamíferos marinos los elefantes de mar machos penetran a la hembra por detrás y entre los mamíferos terrestres el bonobo, *Pan paniscus*, el chimpancé enano, puede copular frontalmente. Toda la sexualidad de este primate tiene sorprendentes parecidos con la sexualidad humana: copulan en varias posiciones, su actividad sexual no se relaciona únicamente con la reproducción, los machos tienen penes más largos que los otros primates (excepto los penes nuestros) y son esencialmente promiscuos. A tales rasgos se agregan

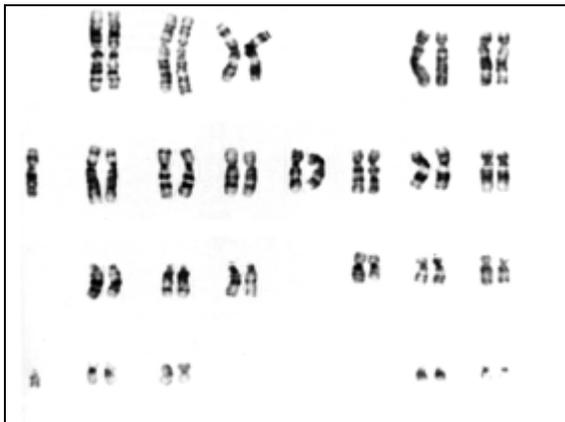
su locomoción usualmente bípeda y su anatomía diferente a *Pan troglodytes*, el chimpancé común, con piernas más largas en relación a su estatura y hombros más angostos. De acuerdo a lo recién expuesto el bonobo debería ser el chimpancé genéticamente más cercano a nosotros; sin embargo no hay claridad en los datos publicados al respecto.

En este proceso selectivo también se habría modificado la pelvis tal que permitiese la locomoción bípeda sobre fondos de aguas poco profundas. Esta postura corporal oculta la vulva de la hembra y algunas veces el trasero, de manera que las mamas habrían asumido un rol de mayor importancia en el atractivo sexual sobre los machos siendo reproductivamente más exitosas aquellas hembras con areolas llamativas y mamas de mayor volumen semejando así un trasero (las mamas de la hembra humana están abultadas por una deposición de grasa que no participa en la secreción de leche). Dado que los individuos estaban casi todo el tiempo al mismo nivel (a diferencia de los monos terrestres que se ubican sobre árboles y piedras según su lugar en una jerarquía), y dado que seguramente se desplazaban constantemente durante el día, la comunicación derivó preferentemente hacia el uso de señales sonoras, favorecida por la profundidad de la laringe que puede así generar mayor gama de sonidos. Por las condiciones de vida de nuestros ancestros acuáticos, y por la evolución que operó en ellos, habrían surgido muchas de nuestras características humanas, incluyendo nuestra piel, nuestro lenguaje y nuestra conspicua sexualidad.

4. Referencias

- Hardy, Alister (1960). *Was man more aquatic in the past?* The New Scientist, March 17: 642 - 645.
Morgan, Elaine (1980). *Eva al desnudo*. Planeta.
Plomin, Robert, J. DeFries y G. McClearn (1984). *Genética de la Conducta*. Alianza.

Figura 1: Cariotipo humano (varón normal)



Se han teñido los cromosomas metafásicos (adviértase la típica estructura en diada) en una preparación celular para revelar sus patrones de bandas. Y se han reagrupado los 46 cromosomas de la fotografía obtenida para construir este mapa