



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**PASADO Y PRESENTE DE LA EVOLUCIÓN SEXUAL  
HUMANA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:**

**IKER BARGAS GALARRAGA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. ANA ROSA BARAHONA ECHEVERRÍA  
CIUDAD DE MÉXICO 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno  
Apellido paterno  
Apellido materno  
Nombre(s)  
Teléfono  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Carrera  
Número de cuenta

1. Datos del alumno  
Bargas  
Galarraga  
Iker  
54 85 88 94  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
309558741

2. Datos del tutor  
Grado  
Nombre(s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

2. Datos del tutor  
Dra.  
Ana Rosa  
Barahona  
Echeverría

3. Datos del sinodal 1  
Grado  
Nombre(s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

3. Datos del sinodal 1  
Dr.  
Constantino de Jesús  
Macías  
García

4. Datos del sinodal 2  
Grado  
Nombre(s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

4. Datos del sinodal 2  
Dra.  
América Nitxin  
Castañeda  
Sortibrán

5. Datos del sinodal 3  
Grado  
Nombre(s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

5. Datos del sinodal 3  
Dr.  
Jesús Guillermo  
Jiménez  
Cortés

6. Datos del sinodal 4  
Grado  
Nombre(s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

6. Datos del sinodal 4  
Dra.  
Erica  
Torrens  
Rojas

7. Datos del trabajo escrito.  
Título  
Subtítulo  
Número de páginas  
Año

7. Datos del trabajo escrito  
Pasado y presente de la evolución sexual humana  
59 p  
2017



## Resumen

Existe un fuerte impulso teórico por comprender cómo la evolución ha moldeado la sexualidad humana en el pasado, y cómo la influencia de dichas fuerzas continúa manifestándose en el presente. A partir de lo anterior es posible interpretar aspectos de la naturaleza humana desde una perspectiva biológica. Gran parte de este trabajo se concentra en algunos modelos probables acerca de la sexualidad en el linaje de los homíninos, tomando como eje principal el grado de dimorfismo sexual en todas sus etapas. Los homíninos que precedieron al *Homo erectus* muestran evidencia de un alto grado de dimorfismo sexual respecto a la talla, el cual se ha relacionado con competencia violenta entre machos y un sistema de apareamiento poligínico. A partir del origen del *Homo erectus* dicho grado de dimorfismo decreció. Es posible que lo anterior haya tenido varias causas y/o consecuencias relacionadas, entre las cuales se discuten: el aumento en el periodo de gestación y dependencia juvenil, el aumento en la inversión parental y la pérdida del estro visible, así como una hipotética disminución relativa de la competencia violenta entre los machos y tendencia hacia la monogamia. Salvo por los aspectos hipotéticos, las características anteriores están presentes en el *Homo sapiens* moderno. Se concluye que las hembras ancestrales de *Homo erectus* experimentaron un aumento desproporcionado de tamaño con respecto a los machos. Adicionalmente se discute brevemente sobre el papel del sexo femenino con respecto a la violencia en la actualidad.

## **Índice**

### **Introducción**

### **Objetivo**

### **Metodología**

## **Capítulo 1. Selección sexual y dimorfismo sexual en primates**

### **1.1. Dentición en el dimorfismo sexual**

### **1.2. Dimorfismo sexual en restos fósiles**

## **Capítulo 2. Historia evolutiva**

### **2.1. Restos australopitecinos**

#### **2.1.1. Dimorfismo sexual en *Australopithecus***

#### **2.1.2. Herramientas en *Australopithecus***

### **2.2. Homo tempranos**

#### **2.2.1. Dimorfismo sexual en *Homo* tempranos**

#### **2.2.2. Herramientas en *Homo* tempranos**

### **2.3. Humanos anatómicamente premodernos**

#### **2.3.1. Dimorfismo sexual en *Homo erectus***

#### **2.3.2. Herramientas en *Homo erectus***

#### **2.3.3. Otros humanos anatómicamente premodernos**

## **Capítulo 3. Presente: *Homo sapiens sapiens***

### **3.1. Dimorfismo sexual en *Homo sapiens sapiens***

### **3.2. Selección sexual vía competencia violenta**

## **Discusión**

## **Conclusiones**

## **Agradecimientos**

## Introducción

Históricamente el ser humano se ha cuestionado si algo nos diferencia de los demás animales: Aristóteles pensaba que la diferencia es que *el hombre* es un *animal racional*. Identificó tres tipos de *almas o animas*, entre ellas el *alma racional*, que según él, es única de los seres humanos. La *Scala Naturae* es una idea recurrente a lo largo de la historia de la humanidad, que ordena a los organismos de manera progresiva, desde los más “simples” hasta los más “complejos”, siendo el hombre el escalón más alto. Naturalistas como Buffon, Linneo y Bonnet compartieron ideas de este tipo (Lovejoy, 1969). Pensadores como Rosseau, Marx y Kropotkin se inclinaron por una bondad intrínseca del ser humano, capaz de formar sociedades en función de dicha racionalidad. En contraste, pensadores como Hobbes, Maquiavelo, Nietzsche y Freud, por mencionar algunos ejemplos, propusieron la existencia de “*impulsos animales*” que predominan en nuestro comportamiento, por ejemplo: discutieron que la **violencia** es inherente al ser humano, y que ello puede contraponerse al alcance de la naturaleza racional antes mencionada. Entendemos el término “violencia” como el comportamiento en el cual se ejerce la fuerza física con el propósito de causar daño o lesión. En particular la violencia que abarca a los seres sintientes: homicidios, agresiones, violaciones, robo y secuestros, ya sean cometidos por individuos, grupos o instituciones. La violencia por parte de las instituciones incluye la guerra, el genocidio, la pena capital y las hambrunas deliberadas (Pinker, 2012).

Ambas maneras de abordar la naturaleza humana no son contrarias ni pueden reducirse a una simple dicotomía. Los seres humanos no son buenos ni malos de manera innata, sino que vienen provistos de impulsos que pueden alejarlos de la violencia y orientarlos hacia la cooperación o viceversa. Bertrand Russell aceptó la **irracionalidad** humana como una constante, pero recalca el valor de la **razón** en ámbitos colectivos como la ciencia para la toma de decisiones, pues se impone a los prejuicios y a las tradiciones y proporciona los medios para llevar a cabo objetivos: “...*quienes sostienen que la razón no tiene ningún poder sobre los asuntos humanos pasan por alto esas dos condiciones*” (Russell, 1993). Steven Pinker (2012) identifica la **facultad de razonar** como una de las cuatro variables que han contribuido a la disminución de la violencia a través de la historia.

En 1871, Darwin publicó *“El Origen del Hombre”*, donde hizo énfasis en la selección intrasexual (competencia entre miembros del mismo sexo) e intersexual (elección de un sexo por el otro) donde –entre otras cosas- interpretó aspectos del comportamiento humano y su naturaleza. Darwin propuso que los humanos ancestrales probablemente vivieron como polígamos o temporalmente monógamos. Desde entonces el tema ha sido controversial. Al reconocerse la importancia central de la sexualidad en el contexto evolutivo, ha existido un fuerte impulso teórico por comprender cómo la evolución ha moldeado la sexualidad humana en el pasado, y cómo la influencia de dichas fuerzas continúa –o no manifestándose en el presente (ejemplos: Puts, 2010; Zuk, 2013; Gray 2013; Low, 2015). De esta manera podemos explorar aspectos de la **naturaleza humana** bajo una perspectiva biológica.

De acuerdo a Gray (2013), se puede hablar de al menos cinco formas de abordar el estudio de la evolución sexual humana: 1. Fundamentos teóricos generales; 2. **Modelos probables acerca de la sexualidad en el linaje de los homíninos**; 3. Información genética y fisiológica actual; 4. Estudios basados en el comportamiento sexual humano actual; y 5. Estudios basados en el desarrollo humano a lo largo de la vida. Dichas formas de clasificar la evidencia no necesariamente abarcan todas las maneras de estudiar la evolución sexual humana.

Según Puts (2010), la mayoría de los trabajos acerca de selección sexual humana se concentran en la elección de pareja (cerca del 75% de los artículos en “*Evolution and Human Behavior*” y en “*Human Nature*”, entre 1997 y 2007). Esto lo aduce al hecho de que, en muchas culturas contemporáneas, tanto hombres como mujeres tienen “virtual autonomía” para elegir pareja, ya sea consciente o inconscientemente, por lo que muchos estudios se basan en ello al abordar el tema de la selección sexual humana (ejemplo: Buss & Barnes, 1986). Por un lado, es posible que el ser humano no viviera bajo dichas condiciones (“autonomía para elegir pareja”) durante una parte considerable de su historia evolutiva. Por otro lado, el que existieran condiciones distintas en el pasado no siempre significa que deban tener relevancia en el presente (Zuk, 2013).

Bertrand Russell (1993) señaló que “*La perspectiva de la historia nos permite ver más claramente qué acontecimientos y qué clase de actividades tienen una importancia permanente*”. Gran parte de este trabajo se concentra en los **modelos probables acerca de la sexualidad en el linaje de los homíninos**. Entre ellos, la mayoría de los estudios concluyen que muy probablemente algunos de nuestros antepasados tuvieron un mayor grado de dimorfismo sexual, al menos en comparación con los humanos actuales (Lockwood et al., 1996; Jurmain et al., 2000; Gordon et al., 2008; Plavcan, 2012), pero véase (Larsen, 2003). Un alto grado de dimorfismo sexual generalmente se relaciona con competencia violenta y un sistema de apareamiento principalmente polígamo (Emlen & Oring, 1977; Puts, 2010; Plavcan, 2012). Por lo tanto, dichos modelos generalmente concluyen que muy probablemente en los homíninos ancestrales predominaba la **competencia violenta** y la **poliginia**. La controversia actual suele recaer en si dichas condiciones predominan o no en el ser humano moderno y/o por qué razones pudieron haber cambiado.

Algunos trabajos han intentado consolidar las evidencias antes mencionadas (ej. Barber, 1995; Thornhill & Gangestad, 1996; Gray, 2013), o bien, perspectivas acerca de nuestra naturaleza que pueden parecer contrarias (ej. Eagly & Wood, 1999), ejemplificando –nuevamente- que no necesariamente podemos estar hablando de puntos de vista excluyentes. Este trabajo pretende arrojar alguna luz sobre las discusiones de la naturaleza humana con respecto a la evolución de su sexualidad, principalmente desde el punto de vista de su historia evolutiva.

Este trabajo se divide en tres capítulos: en el primero se revisan la selección sexual y el dimorfismo sexual en primates, el papel de la dentición en el dimorfismo sexual y el dimorfismo sexual en restos fósiles. En el segundo capítulo se revisa la historia evolutiva del ser humano: restos australopitecinos, *Homo* tempranos y humanos anatómicamente premodernos. En el tercer capítulo se aborda el presente: el dimorfismo sexual en humanos anatómicamente modernos (*Homo sapiens sapiens*), y la competencia violenta (intrasexual) como posible vía de selección sexual.

Se concluye que probablemente las hembras ancestrales de *Homo erectus* experimentaron un aumento desproporcionado de tamaño con respecto a los machos, aunque no se descarta una disminución en el tamaño relativo de los machos. Es posible que el aumento desproporcionado de las hembras con respecto a los machos haya tenido varias causas y/o consecuencias, entre las cuales se discuten: el aumento en el periodo de gestación y dependencia juvenil, el aumento en la inversión parental y la pérdida del estro visible, así como una hipotética disminución relativa de la competencia violenta entre los machos y tendencia hacia la monogamia. Salvo por los aspectos hipotéticos, las características anteriores están presentes en el *Homo sapiens* moderno. Adicionalmente se discute brevemente sobre el papel del sexo femenino con respecto a la violencia en la actualidad.

## **Objetivo**

El objetivo de este trabajo es analizar las evidencias documentales desde la biología y la paleoantropología para explicar el grado de dimorfismo sexual en el linaje de los homíninos y su interpretación en el *Homo sapiens* actual. Adicionalmente se discutirá sobre la posible relación entre lo anterior y el comportamiento violento del ser humano en la actualidad.

## **Metodología**

Al ser un trabajo desde la perspectiva de la historia de la ciencia, esta investigación se basa en una búsqueda documental de literatura que se recolectó, seleccionó y analizó para formar una fuente teórica y conceptual útil y desarrollar una investigación correspondiente.

Para abordar el tema de la naturaleza humana se otorgó prioridad al entendimiento de su evolución; para abordar el tema de la evolución humana se otorgó prioridad al estudio de su sexualidad a través del tiempo. En función de lo anterior se recolectaron revisiones y artículos científicos que principalmente ahondaran en los modelos probables acerca de la sexualidad en el linaje de los homíninos, el grado de dimorfismo sexual en diferentes especies de homíninos (juntos y por separado), la evolución sexual humana en general y la selección sexual humana. Respecto a la enorme variedad de evidencias acerca de la

selección sexual humana se otorgó prioridad a aquellos trabajos que abordaran la competencia violenta como posible vía de selección sexual. Esto se hizo con el objetivo de **contrastar** el consenso acerca de nuestro pasado evolutivo (una hipotética competencia violenta entre machos) con las evidencias que puedan existir de ello en el presente. De esta forma se analizaron las evidencias documentales desde la biología y la paleoantropología para explicar el grado de dimorfismo sexual en el linaje de los homíninos y su interpretación en el *Homo sapiens* actual (objetivo).

Para la recolección de las fuentes documentales se utilizaron principalmente los siguientes términos y palabras clave (en inglés): “*Hominin sexual behaviour*”, “*Hominin sexual dimorphism*”, “*Human sexual evolution*”, “*Human sexual selection*”, “*Hominin mate system*”, “*Australopithecus sexual dimorphism*”, “*Homo erectus*”, “*Homo sapiens*”, “*Hominid*” “*History*” “*evolutionary*” y, en menor medida, otras combinaciones a partir de dichas palabras. Se utilizaron los buscadores académicos *Google Scholar* y *Pubmed*. También se obtuvo información a través de libros impresos que abarcaran temas como la evolución sexual humana, la interpretación de la evolución humana, la selección sexual humana y la violencia en el ser humano a través del tiempo.

## Capítulo 1. Selección sexual y dimorfismo sexual en primates

La **selección sexual** surge de la competencia por el acceso a la pareja y sus gametos (Andersson, 1994). Darwin (1859, 1871) desarrolló la idea de la selección sexual al observar que numerosas características expresadas por plantas y animales no podían explicarse claramente en términos de la selección natural. Dichas características podían no favorecer la supervivencia, aumentar la depredación o no maximizar la fecundidad, sin embargo, podían interpretarse evolutivamente en términos de favorecer el acceso a la(s) pareja(s) y sus gametos.

El **dimorfismo sexual** es la condición en donde diferentes sexos de la misma especie exhiben características distintas además de sus órganos sexuales. La mayoría de estas diferencias implican grados de desarrollo distintos capaces de expresarse en alguna medida, como por ejemplo el tamaño. El dimorfismo sexual puede reflejarse en una diferencia del tamaño corporal medio, o bien, en aspectos particulares del sistema muscular, del esqueleto o la dentición, desarrollándose en mayor medida en un sexo que en el otro (Brace & Ryan, 1980).

Revisar los principales aspectos de la selección sexual en primates es fundamental, así como entender el papel del dimorfismo sexual como el eje de este problema, especialmente si se aborda desde el punto de vista de la paleoantropología. Ambos, selección sexual y dimorfismo sexual, guardan una relación directa, por lo que **cambios en el dimorfismo implican cambios significativos en el comportamiento y en la historia de vida de una especie** (Gordon 2006a; Gordon, 2006b; Lovejoy, 2009; Plavcan, 2001; 2012; Reno et al., 2003; Reno et al., 2010). **Además el grado de dimorfismo sexual es la única evidencia biológica que podemos obtener sobre el comportamiento en especies de homíninos extintas** (Plavcan, 2012), si bien dicha evidencia puede ser considerada indirecta. Este trabajo se fundamenta en los dos principios antes mencionados.

La mayoría de los primates antropoides (incluyendo los humanos) son sexualmente dimórficos en algún grado (Brace & Ryan, 1980; Van Gerven, 1980; Plavcan, 2012), y en

la mayoría de los primates antropoides los machos son más grandes que las hembras. Las hembras pueden ser más grandes en *calitricidos* y en *estresirrinos*, estos últimos con un mínimo grado de dimorfismo (Kappeler, 1991 y Smith & Jungers, 1997). Por otro lado, los mandriles (*Mandrillus sphinx*) son los primates antropoides con mayor dimorfismo sexual, mientras que los gorilas muestran el mayor grado de dimorfismo dentro de los homínidos (Gordon, 2004).

Los orangutanes son un caso especial: los machos adultos también presentan un alto grado de dimorfismo con respecto a las hembras, pero la varianza (de dichos machos) es alta debido a que solo los machos *residentes-dominantes* desarrollan completamente un cuerpo adulto, el cual incluye caracteres sexuales secundarios evidentes (crestas y un esqueleto más robusto). Otros machos retienen un cuerpo sub-adulto, independientemente de que la dentición se desarrolle completamente y sí sean capaces de reproducirse (Utami & Van Hooff, 2004). El resultado es que mientras los dientes no necesariamente varían entre machos y hembras, las características craneanas y del esqueleto sí varían. Este patrón de variación es excepcional dentro de los primates. Lockwood et al. (2007) han propuesto que un patrón similar posiblemente esté asociado a la variación presente en *Paranthropus robustus*, homínino fósil que vivió en Sudáfrica entre 2 y 1.2 millones de años atrás.

La interpretación biológica y paleoantropológica que se le da al dimorfismo sexual cuando los machos son de mayor tamaño se atribuye generalmente a la **competencia violenta entre los machos** (Brace & Ryan, 1980; Van Gerven, 1980; Puts, 2010; Plavcan, 2012; Gray, 2013). Esto implica que la capacidad para defender a las hembras del acoso de otros machos no exceda otros costos, como pueden ser la conformación social de la especie y/o su entorno ecológico (Puts, 2010). Por ejemplo, se sabe que características como el vuelo o la vida arbórea pueden restringir la evolución hacia cuerpos de gran tamaño. Esto generalmente impide que los machos sean mucho más grandes que las hembras, por lo que no pueden aislar a sus competidores mediante conductas violentas. La consecuencia de esto es una menor selección por competencia violenta y mayor selección por otras vías, como la elección de pareja, elección críptica y/o competencia espermática (Puts, 2010). En concordancia con esto, la competencia violenta es **relativamente** menor en las aves, las

cuales recurren con mucha mayor frecuencia a los ornamentos (favoreciendo la elección de pareja) y son relativamente más pequeñas, con excepción de las aves terrestres (ej. avestruz). De la misma forma, primates arbóreos tienen un tamaño relativamente menor que primates terrestres donde la competencia violenta suele ser mayor; además, hay mayor evidencia de elección femenina en primates arbóreos hacia individuos que presentan colores brillantes, ejemplo tentativamente análogo al de muchas aves (Puts, 2010). Lo anterior es un panorama teórico general. Ni todas las aves, ni todos los primates, siguen estos fundamentos con total rigor, donde otras variables pueden entrar en juego.

Si los machos –en general- pueden monopolizar el acceso a las hembras excluyendo a otros machos gracias a una mayor talla, es posible que otras vías de selección sexual pasen a segundo término (Wrangham y Peterson, 1996; Puts, 2010). Estudios comparativos han corroborado lo anterior a partir de mediciones que indirectamente correlacionan la selección sexual y la competencia masculina (Plavcan, 2012). Dichos análisis pueden dar pauta para realizar inferencias acerca de sistemas de apareamiento específicos en homínidos, refiriéndonos al registro fósil (Van Gerven, 1980; Plavcan, 2012).

Aparte de la selección sexual por **competencia violenta** en primates, ningún otro factor guarda una relación igualmente consistente con el **dimorfismo sexual** (Gordon 2006a; Plavcan, 2001; Plavcan, 2012). Esto no significa que el tamaño del macho solo se vea afectado por la selección sexual y/o viceversa, sino que en estudios realizados a través de distintas especies, es el único factor que **siempre** está relacionado significativamente con el dimorfismo sexual respecto a la talla.

La competencia violenta en especies sexualmente dimórficas, donde el macho es mucho mayor en términos de talla, se asocia invariablemente con un sistema de apareamiento poligínico. **No hay ninguna especie de primates sexualmente dimórficos, donde los machos sean mucho más grandes, que no tenga competencia violenta entre machos y cuyo sistema de apareamiento no sea predominantemente poligínico** (Brace & Ryan, 1980; Wrangham y Peterson, 1996; Plavcan, 2012).

Por otro lado resulta crucial aclarar que el razonamiento inverso no guarda la misma lógica: mientras el dimorfismo sexual donde los machos son mucho más grandes se asocia invariablemente con poliginia, el monomorfismo no se asocia con algún sistema de apareamiento en particular. Es decir, el monomorfismo puede dar pie a más de un sistema de apareamiento. Esto significa que la falta de dimorfismo sexual por sí sola, sobretodo en una muestra fósil, no puede ser utilizada como evidencia de monogamia o sistemas de apareamiento parecidos al del ser humano actual (Plavcan, 2012).

### **1.1 Dentición en el dimorfismo sexual**

El tamaño de las piezas dentales suele tener relación con el grado de dimorfismo sexual. En especies con alto grado de dimorfismo sexual, el tamaño de los dientes (ej.colmillos) de los machos suele ser mucho mayor que el de las hembras; y en especies poco o nada dimórficas el tamaño de los dientes no varía dependiendo del sexo (Brace & Ryan, 1980).

No siempre que haya dimorfismo sexual en el aparato masticador (o deglutidor) implicará que dicho dimorfismo sea consecuencia de mecanismos de selección sexual. El aparato encargado de deglutir es -primeramente- un aparato para procesar la comida, por lo que dichas diferencias pueden deberse a que machos y hembras tengan dietas significativamente distintas y se hayan adaptado de forma diferente a estas (Brace & Ryan, 1980). Esto se ha corroborado en algunas aves y se le conoce como dimorfismo sexual asociado al nicho. No hay evidencia convincente que sugiera dimorfismo sexual asociado al nicho respecto a la dentición en ningún grupo de homínidos, ya sea actual o extinto. Ni siquiera hay evidencia de ello en los cercopitécidos (monos del viejo mundo), donde existen las mayores diferencias entre sexos respecto al tamaño de los dientes (Brace & Ryan, 1980).

En todas las especies de primates no humanos, tanto machos como hembras ocupan los mismos nichos y viven juntos, comen lo mismo, ocupan los mismos sustratos y territorios y son susceptibles a las mismas fuerzas de variación ecológica y de depredación (Low, 2015). Así que mientras el fenómeno del dimorfismo de nicho es relativamente común en algunas

aves (Emlen & Oring, 1977 y Selander, 1966), las pocas diferencias que se han encontrado en algunas **poblaciones** de primates son probablemente consecuencia del dimorfismo y no una causa del mismo (Clutton-Brock et al., 1977, Plavcan, 2012).

Sabemos que existen diferencias de tamaño tanto en caninos como en primeros premolares inferiores en muchos grupos de primates (Brace & Ryan, 1980, Plavcan, 2012), por lo que solo queda inferir que dichas diferencias se deben a las diferencias corporales entre machos y hembras, es decir, al dimorfismo sexual.

La conclusión sobre la dentición en primates y su relación con el dimorfismo es que, si bien hay que tener en cuenta las demás funciones del aparato dental, podemos establecer con bastante certeza que el dimorfismo sexual en primates, en caso de estar presente, se debe a procesos y mecanismos de selección sexual. Los colmillos son armamentos útiles en la competencia violenta. Esto es importante considerarlo porque nuestra dentadura continúa evolucionando hasta la fecha, y es polémica actual el poder contrastar qué cambios se deben a la alimentación (que también ha cambiado), y qué cambios se deben a otras razones, por ejemplo, a una posible disminución del dimorfismo sexual en el *Homo sapiens* actual.

## **1.2 Dimorfismo sexual en restos fósiles en primates**

En el caso de los fósiles, el dimorfismo sexual comúnmente se estima a partir de alguna de varias técnicas que puedan correlacionar la variación de la muestra con el dimorfismo mismo (Plavcan, 1994 y Plavcan, 2001, revisados en Plavcan, 2012), en gran parte debido a que el sexo de los especímenes por separado casi nunca puede ser determinado con total certeza.

En ocasiones –pero no siempre– suele ser una práctica común el asumir que los especímenes más grandes de una muestra son machos y los más pequeños son hembras (ej. McKinney & Lockwood, 1999; McHenry, 1992). Plavcan (2012) menciona que este tipo de prácticas tiende a exagerar la magnitud real del dimorfismo sexual, pues está ignorando la

eventual superposición entre las distribuciones tanto de machos como de hembras, especialmente si el dimorfismo en realidad es poco.

Además, algunas partes del cuerpo son más grandes en diferente proporción a otras. Tomando como ejemplo a *Mandrillus sphinx*, primate vivo sexualmente más dimórfico con respecto a la talla, siendo el macho 2.69 veces más grande que la hembra (Gordon, 2004). Únicamente hablando de las dimensiones del cráneo, la amplitud post-orbital del mismo tiene un ligero dimorfismo de 1.06, mientras que el grosor del arco cigomático alcanza un elevado 2.5 (Plavcan, 2002). La conclusión es que uno no puede simplemente comparar la variación de algunos caracteres y asumir que obtendrá medidas proporcionales acerca del dimorfismo sexual general de alguna especie; sobre todo en una muestra incompleta (ejemplo: registro fósil).

Se sabe que algunos rasgos morfológicos muestran grados intrínsecamente más altos o bajos de variación. Con el fin de evitar el sesgo anterior, aquellos interesados en evaluar las causas de la variación en restos fósiles se centran intencionalmente en rasgos con bajos índices de variación. Por ejemplo, los primeros dientes molares tienden a ser mucho menos variables y muestran los grados más bajos de dimorfismo sexual en la dentición, sin importar el grado de dimorfismo (alto o bajo) del que estemos hablando (Gingerich & Schoeninger, 1979). Por lo tanto, las pruebas para descartar si la variación está sobreestimada dentro de una muestra, por lo general, se centran en dichas piezas dentales (Plavcan, 2012).

De la misma forma, las partes craneofaciales que están sometidas a tensiones bajas, por ejemplo, aquellas pertenecientes a la base del cráneo y neurocráneo, tienden a mostrar una menor variación que aquellas sometidas a mayor estrés y, por lo tanto, son preferibles para evaluar si alguna población muestra una variación inusual (Plavcan, 2012). Con respecto a las demás partes del cuerpo, las articulaciones y/o extremos de los huesos tienden a mostrar mucha menor variación que, por ejemplo, las medidas de las diáfisis (largo y ancho), además de estar fuertemente correlacionadas con la talla (Lieberman et al., 2001; Ruff, 2002; Trinkaus, Churchill & Ruff, 1994; Plavcan, 2012). En tiempos más recientes, casi

todos los trabajos de antropología física suelen tomar en cuenta lo anterior para llegar a sus respectivas conclusiones.

Aun tomando las precauciones antes mencionadas, es posible que las mediciones no puedan ser hechas de partes del cuerpo que muestren un menor índice de variabilidad, ya sea porque no se encontraron dichas piezas o porque a veces resulta interesante medir y comparar otra pieza por alguna razón en específico. Otro criterio indirecto para evitar obtener mediciones desproporcionadas, es el dato mismo de variabilidad (Plavcan, 2012). Después de haber discriminado restos de machos y hembras por su tamaño, suele compararse la variación total de la muestra con la variación total de otras especies de primates existentes. En primer lugar, esto es porque si la variación de la muestra se encuentra dentro de parámetros que comúnmente vemos en la naturaleza actual, entonces muy probablemente no estemos hablando de una quimera, o bien, muy probablemente no hemos mezclado restos de especies diferentes. Habiendo descartado la posibilidad de haber mezclado huesos de especies distintas, podemos concentrarnos en el dimorfismo sexual. Cuando se buscan datos acerca del dimorfismo sexual en *Australopitecus*, por ejemplo, y se obtiene un alto grado de dimorfismo, podemos comparar no solo la variación total (dentro de parámetros comunes en la naturaleza), sino también qué tan *separados* se encuentran los grupos de restos de mayor y menor tamaño entre sí, es decir, los hipotéticos machos de las hipotéticas hembras respectivamente.

Si los machos se encuentran muy separados (con respecto al tamaño) de las hembras, existen dos posibilidades: a) el dimorfismo sexual es elevado; o b) estamos comparando dos o más especies de homíninos. Llegando a estas alturas, la conclusión que se tome dependerá de la existencia de otros criterios de evaluación, así como de la comparación con otros trabajos similares con restos del mismo tipo.

Respecto a la posibilidad del inciso *b*, debemos enfatizar que si bien es una posibilidad relevante, podría no ser tan grave como aparenta para fines de dimorfismo sexual. Por un lado posiblemente estemos comparando especies *hermanas* (pues los restos son lo suficientemente parecidos entre sí), como si en la actualidad englobáramos a dos especies

del género *Papio* (*anubis* y *papio*), o del género *Pan* (*trogloodytes* y *paniscus*) para obtener datos anatómicos de machos y hembras; y si ese fuera el caso, muy probablemente los machos de ambas especies seguirían siendo justamente los individuos más grandes, y las hembras seguirían siendo los individuos más pequeños. Esta línea de pensamiento depende, reitero, de obtener un grado de dimorfismo sexual elevado. Cuando el caso no es ese, entonces significa que la variabilidad no es mucha y volvemos al primer paso, es decir, a la comparación de la variabilidad total con respecto a la observada en especies de primates existentes. Si la distribución está dentro de parámetros comúnmente vistos en primates (principalmente homínidos), que muy probablemente lo esté, entonces el dimorfismo sexual es poco, **ya que ni siquiera discriminando a los individuos por su tamaño la diferencia es mucha.**

Los dos filtros anteriores son los que comúnmente se aplican para todos los casos; dichos filtros son probabilísticos. Más importante aún, muchas veces dependen de muestras incompletas.

## Capítulo 2. Historia Evolutiva de los Homíninos

Se reconocen como fósiles de homíninos, en general, a todos aquellos restos que muestren cierto grado de bipedalismo y un mayor volumen del cráneo en términos relativos, esto en comparación con otros restos del mismo orden (primates). También resultan significativos aquellos indicios que sugieran algún tipo de manejo de herramientas, es decir, cultura material (Jurmain et al., 2000). Es importante recalcar que muy probablemente las características antes mencionadas no emergieron simultáneamente, sino que muestran un patrón de surgimiento consistente con la teoría del **mosaico evolutivo** (Carroll, 1997; Jurmain et al., 2000 y King et al., 2006). El **mosaico evolutivo** (“mosaic evolution”) o **evolución en mosaico**, es un patrón de cambio en donde diferentes sistemas evolucionan a distintos ritmos (Jurmain, et al., 2000). El ejemplo más dado para entender este concepto es –precisamente- la evolución del hombre. En los homíninos se piensa que el sistema dental, el sistema locomotor y el sistema neurológico (especialmente el cerebro) evolucionaron a distintos ritmos entre sí.

Nuestro pasado evolutivo más ancestral se refiere a los homíninos tempranos. Podemos dividirlo a su vez en tres amplios subgrupos: el más antiguo y primitivo lo conforman los fósiles identificados como preaustralopitecinos, de los cuales no hay mucha evidencia. Un hallazgo en Chad fechado hace aproximadamente 7 millones de años, reporta un fósil clasificado como “*posible homínino*”, con dientes caninos ligeramente más grandes en comparación con humanos modernos, pero menores en comparación con grandes simios. El cambio hacia un mayor bipedalismo pudo haber “*relajado la selección en favor de dientes caninos más grandes*”, particularmente entre los machos, pues la hipotética competencia entre machos pudo haberse direccionado por el uso de las manos y brazos (con mayor libertad), la lucha o el uso de armas (Gray, 2013).

Los dos siguiente grupos los conforman los restos australopitecinos y los humanos anatómicamente premodernos.

### 2.1 Restos australopitecinos

Los australopitecinos tienen “formas anatómicamente variadas pero con características similares”, datados en una antigüedad entre 4.2 a 1.2 millones de años atrás (Jurmain et al., 2000, pp. 322). Los australopitecinos se dividen a su vez en dos grupos: los **australopitecos** y los **parántropos**. Algunos de los primeros casi seguramente son o están relacionados con nuestros antepasados, mientras que los segundos son un clado aparte que probablemente no dejó descendientes directos.

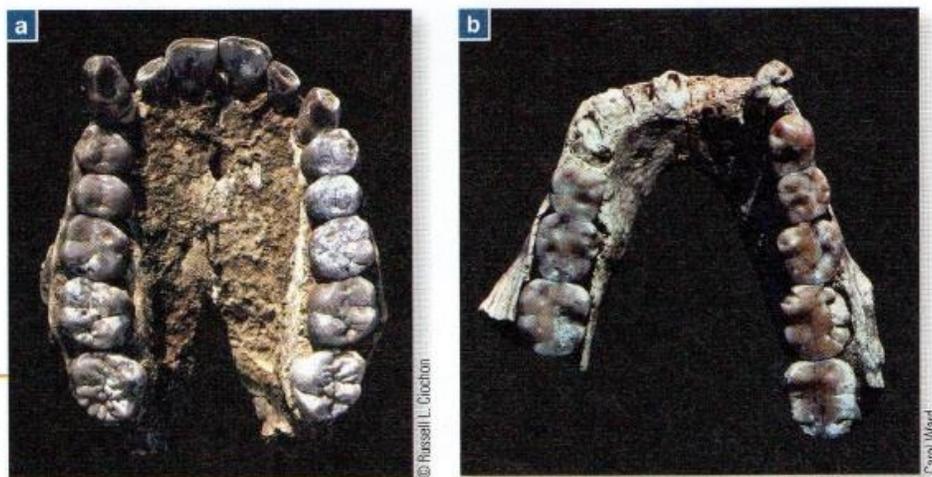
Los restos fósiles de australopitecos son relativamente vastos; inclusive se han descrito varias especies (ej. *A. afarensis*, *A. africanus*, *A. robustus*, *A. anamensis*, *A. boisei*, etc.). Como características generales, se calcula que los *Australopitecus* macho pesaban alrededor de 47 kg y medían entre 132 y 151 cm, mientras que las hembras pesaban alrededor de 32 kg y medían entre 105 y 124 cm (Jurmain et al., 2000, pp. 323 y 324; tabla 1):

<b>HOMÍNINOS TEMPRANOS</b>				
<b>ESPECIE</b>	<b>PESO (kg)</b>		<b>ESTATURA (cm)</b>	
	<b>macho</b>	<b>hembra</b>	<b>macho</b>	<b>hembra</b>
<i>A. afarensis</i>	45	29	151	105
<i>A. africanus</i>	41	30	138	115
<i>A. robustus</i>	40	32	132	110
<i>A. boisei</i>	49	34	137	124
<i>H. habilis</i>	52	32	157	125
<b>PROMEDIO</b>	<b>45.4</b>	<b>31.4</b>	<b>143</b>	<b>115.8</b>

**Tabla 1.** Peso y estatura estimados de varias especies de homíninos tempranos (Jurmain et al, 2000, pp. 324).

La capacidad craneana promedio de los *Australopitecus* oscilaba los 420 cm<sup>3</sup> (Jurmain et al, 2000, pp. 324). El primer molar (M1) en australopitecinos brotaba aproximadamente a los 3 - 3.5 años; el mismo diente sale en chimpancés a la misma edad, mientras que en humanos modernos brota hasta los 5.5 - 6 años. El M1 es un fuerte marcador de desarrollo, edad y madurez sexual, por lo que ha hecho inferir a los científicos que los *Australopitecus*

maduraban sexualmente a los 10 años, misma edad de maduración que los chimpancés (O'Connell et al, 1999). Si bien los restos de *Australopitecus* presentan una considerable variación entre ellos, todos eran bípedos y tenían una dentición particularmente grande (ej. figura 1; Jurmain et al, 2000, pp. 324).



**Fig. 1.** Mandíbulas de *A. afarensis*; se puede observar el pronunciado tamaño de los dientes caninos; también se aprecia un sistema dental visiblemente omnívoro (tomado de Jurmain et al, 2000).

### 2.1.1 Dimorfismo sexual en *Australopitecus*

La mayoría de los investigadores sugiere que los australopitecos fueron más poligínicos que los subsecuentes miembros del género *Homo* (McHenry, 1994). Cabe resaltar que algunos australopitecos muestran rasgos anatómicos más gráciles que otros (Wood y Lonergan, 2008). La mayoría de las reconstrucciones de restos postcraneales, sugiere que incluso los australopitecos más gráciles exhibían un mayor grado de dimorfismo sexual respecto a la talla, en comparación con seres humanos modernos y la mayoría de los demás miembros del género *Homo*; y probablemente más dimorfismo sexual respecto a la talla en comparación con chimpancés y bonobos (Gray, 2013). Se ha sugerido que *A. africanus* pudo haber sido sexualmente menos dimórfico que *A. afarensis* (Harmon, 2009). También se ha sugerido que las formas anatómicas visiblemente más gráciles eran solo ligeramente

dimórficas, comparables con los seres humanos modernos (Reno et al., 2003), recalcando que esta última opinión es contraria al consenso dentro de la antropología física. La mayoría de los investigadores también concuerdan en que las formas anatómicas más robustas probablemente no hayan sido ancestros de los seres humanos modernos (Gray, 2013). *A. robustus* pudo haber tenido pronunciadas diferencias sexuales en la maduración reproductiva, variable consistente con un sistema de apareamiento poligínico (Lockwood et al., 2007). Además parecía exhibir anatomía craneofacial sexualmente dimórfica, también consistente con cierto grado de poliginia (Lockwood, 1999). En el caso más extremo, se ha sugerido que el dimorfismo sexual en *A. afarensis* era tan contrastante como lo es en los gorilas actuales (Jurmain et al, 2000, pp. 324).

En términos más generales, los restos de todas las variedades de *Australopitecus* muestran evidencia de un moderado o alto grado de dimorfismo sexual (Lockwood et al, 1996; Gordon et al, 2008; Plavcan, 2012), al menos por amplio consenso. Con base en dichos estudios resulta razonable pensar que los *Australopitecus* machos compitieran de manera violenta por conseguir pareja, posiblemente de forma similar a muchos primates sexualmente dimórficos (respecto a la talla) cuyo comportamiento es ese. Ante tal generalización, Geary & Flinn (2001) proponen un sistema de apareamiento poligínico similar al de los gorilas. Puts (2010) menciona que orangutanes, chimpancés, gorilas, *A. afarensis* y *A. anamensis* presentan evidencia de un dimorfismo sexual moderado o alto, y salvo por las especies que ya están extintas, “...la competencia entre machos ocurre intensamente en todos los géneros de grandes simios existentes.”

### **2.1.2 Herramientas en *Australopitecus***

A las herramientas se les otorga un lugar trascendental dentro de nuestra historia evolutiva, pues fundamentan la teoría de la vida de cazador-recolector que, a su vez, fundamenta – entre otras cosas- el crecimiento y desarrollo del cerebro de nuestros antepasados, principalmente a partir de una mayor ingesta de calorías y proteínas obtenidas de la carne. Sin desestimar lo anterior, el tema de las herramientas desde el punto de vista de la violencia interpersonal puede estar infravalorado; algunas pudieron servir para la

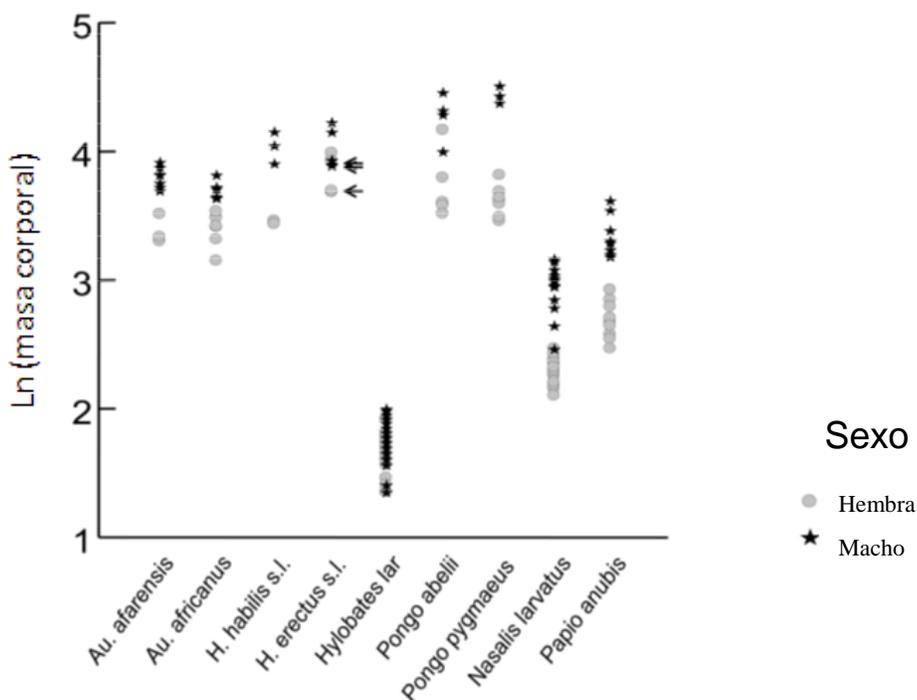
competencia intraespecífica, y podemos ver ejemplo de ello en otros primates, por ejemplo, los chimpancés macho lanzan rocas y ramas con mucha mayor frecuencia que las hembras; y los blancos suelen ser otros machos, no presas para comer (Van Lawick-Goodall, 1968; revisado en Puts, 2010). En sugerente similitud, los machos humanos modernos suelen tener mayor habilidad para lanzar cosas (Puts, 2010); y algunos de los rasgos anatómicos sexualmente dimórficos parecen facilitar este aspecto: espaldas anchas y articulaciones escapulares polifuncionales, por mencionar algunos ejemplos (Wrangham y Peterson, 1996). Podría pensarse que las características anteriores pudieron haber evolucionado primeramente a partir de la caza, sin embargo, tanto machos chimpancés como *Homo sapiens* también tienen mejores habilidades para interceptar y esquivar objetos y agresiones en comparación con las hembras (Watson y Kimura, 1991). Además, si bien la caza es una actividad importante en nuestra historia evolutiva, sería demasiado atrevido suponer que existiera desde esta etapa. Los *Australopithecus* comprenden un espacio temporal que va más allá de los 4 millones de años de antigüedad. Las evidencias más antiguas -aunque no las más contundentes- sobre la utilización de herramientas corresponden aproximadamente a esta época: alrededor de 3.39 millones de años atrás (McPherron, et al, 2010). No son las evidencias más contundentes pues son de carácter indirecto, es decir, están basadas en el descubrimiento de huesos con cortes y rasgaduras que posiblemente fueron manipulados por herramientas, ya que son demasiado particulares y diferentes a los que usualmente dejan las causas “naturales” (dientes, manos, garras, etc.); sin embargo no se encontraron “las herramientas”. Aun concediendo que la evidencia anterior fuera un hecho, la utilidad y complejidad de las mismas se encuentra lejos de funcionar para cazar específicamente.

## **2.2 Homo tempranos**

Los *Homo* tempranos son los primeros miembros de nuestro género. Sus restos fósiles datan de entre 2.5 a 1.4 millones de años atrás. El denominado *Homo habilis* es el grupo de restos fósiles -similares entre sí- más representativo de *Homo* tempranos, aunque no debemos descartar la existencia de otras especies (ejemplo: *Homo rudolfensis*). En el 2015, se hizo público el descubrimiento de otra especie de homínino, nombrado *Homo naledi*, que bien pudiera pertenecer a esta etapa (Berger et al., 2015).

### 2.2.1. Dimorfismo sexual en *Homo* tempranos

Se calcula que los *Homo habilis* macho pesaban alrededor de 52 kg y medían cerca de 157 cm., mientras que las hembras pesaban 32 kg y medían alrededor de 125 cm (Jurmain et al, 2000). Hay controversia sobre el grado de dimorfismo sexual que presentaba el *Homo habilis*; por un lado es posible que tuviera un dimorfismo sexual moderado y, por el otro, que tal vez haya más de una especie involucrada en la muestra (Lieberman et al, 1988 y Lieberman et al, 1996), por lo que el grado de dimorfismo posiblemente se encuentre sobreestimado.



**Fig. 2.** Estimaciones de masa corporal a partir de Pontzer, 2012, basadas en restos fósiles, comparadas con datos observados en primates existentes; las flechas para *Homo erectus* indican especímenes de Dmanisi.

Basándose en estimaciones sobre el tamaño corporal (Fig. 2), a partir de piezas postcraniales recopiladas en Pontzer (2012), Michael Plavcan (2012) reporta que el dimorfismo sexual tanto en *Australopithecus* como en *Homo habilis/rudolfensis* resultó ser alto y que los sexos no se traslapaban en sus distribuciones. Debemos recordar que esto último puede deberse a la manera de asignar los sexos a las muestras. También menciona

que el rango de variación de las muestras de *Homo habilis/rudolfensis*, aun considerándolos especies distintas, se compara con el rango de variación presente en *Hylobates lar*, especie actual de primate que muestra un ligero dimorfismo sexual. Por lo que, si bien la existencia de cualquier grado de dimorfismo sexual en los primeros integrantes del género *Homo* es difícil de refutar, no podemos estar seguros de que fuera tan elevado como lo es en babuinos y en gorilas. Por lo tanto, lo correcto sería considerar dicho grado de dimorfismo sexual como bajo o moderado dependiendo del caso, de la muestra, o de los rasgos sometidos a comparación.

### **2.2.2. Herramientas en *Homo* tempranos**

La evidencia **directa** más antigua de herramientas pertenece a la época de los *Homo* tempranos (Semaw et al, 1997), razón por la cual se bautizó al *Homo habilis* con ese nombre. En los alrededores de dicho hallazgo también fueron encontrados huesos de animales (probablemente presas) con cortes y maceraciones muy específicas (de Heinzelin et al, 1999), es decir, que se encontró evidencia tanto directa como indirecta en el mismo sitio, siendo los cortes más interesantes aquellos en los que parece evidente la intención de extraer médula y cerebro (Jurmain et al, 2000).

### **2.3 Humanos anatómicamente premodernos**

La siguiente parte de nuestra historia evolutiva la conforman los **humanos anatómicamente premodernos**. Entre ellos principalmente se identifican los restos de *Homo erectus*, los cuales tienen gran relevancia por su variedad tanto anatómica como biogeográfica. Esta etapa de nuestra historia evolutiva sufrió cambios climáticos abruptos y prolongados. Los datos obtenidos a partir de sedimentos marinos profundos indican una tendencia general hacia temperaturas más frías en todo el mundo durante los últimos tres millones de años (DeMenocal, 1995). Además, datos terrestres, por ejemplo, la química del suelo, el polen y las faunas fósiles muestran aumentos progresivos en la aridez, así como una tendencia hacia ambientes como las grandes extensiones de terrenos abiertos en África (Behrensmeyer et al, 1997; Serling, 1992; Vrba, 1995). Lo anterior debió representar un

punto de inflexión para la supervivencia de muchas especies en aquellos tiempos (incluyendo a las variedades de primates).

Sin embargo, se sabe que el *Homo erectus* fue el primer *Homo* en dispersarse de manera casi global en nuestro planeta exceptuando América (figura 3, Jurmain et al, 2000; Arrizabalaga, 1998). Encontramos restos de *Homo erectus* en África (Asfaw et al, 2002 y Antón, 2003), Asia (Shen, et al, 2009), Europa (Vlček, 1978 y Antón, 2003) e Indonesia, específicamente en la isla de Java (Swisher et al, 1996). Todos ellos presentan respectivas variaciones anatómicas y derivadas de éstas (ejemplo: ecológicas, conductuales). Debido a la gran variedad anatómica y geográfica que presenta el *Homo erectus*, los científicos se han topado con uno de los problemas taxonómicos más comunes, pues hay quienes piensan que tanta variedad debería reasignarse en diferentes especies; ejemplos de ello son el *Homo ergaster* (hipotético antecesor de *Homo erectus* y primero en emigrar de África), *Homo georgicus* (identificado solo en Georgia y probablemente *Homo ergaster*), *Homo antecessor* (hipotético descendiente de *Homo ergaster* y ancestro de *Homo heidelbergensis*), el hombre de Dmanisi (actualmente clasificado como *Homo erectus*), el reciente *Homo naledi* y demás (Baab, 2008; Antón, 2003; Lieberman et al., 1996).

La postura de este trabajo es que muy probablemente todos (o la mayoría) de los ejemplos anteriores pueden encajar dentro de una sola especie, pues si bien la variación, por ejemplo, en *Homo habilis/rudolfensis* y *Homo erectus* es relativamente amplia (con respecto a muestras de fósiles anteriores), en realidad es similar o incluso menor a la encontrada en primates antropoides actuales **dentro de una misma zona geográfica** (Plavcan, 2012); y sobra decir que dichos primates actuales son considerados una misma especie.

### 2.3.1. Dimorfismo sexual en *Homo erectus*

Se estima que los *Homo erectus* macho pesaban alrededor de 63 kg, mientras que las hembras oscilaban los 52.3 kg; de lo anterior se obtiene un peso promedio de 57.7 kg (tabla 2, Antón, 2003). Es posible que algunos especímenes de *Homo erectus* alcanzaran los 170 cm de estatura. Su capacidad craneana promedio oscilaba los 900 cm<sup>3</sup> (Jurmain et al, 2000,

pp. 345). Es importante recalcar que la capacidad craneana está fuertemente relacionada con el tamaño del cuerpo, por lo que si bien 900 cm<sup>3</sup> son un incremento considerable de tamaño total, cuando se calcula el tamaño relativo se obtiene aproximadamente el mismo índice de capacidad craneana presente en *Australopithecus*, si acaso ligeramente superior (Jurmain et al, 2000, pp. 345). Lo anterior es un dato polémico pues algunos autores argumentan que el gran desarrollo y crecimiento del cerebro, tan característico en los humanos actuales, tampoco se aprecia de lleno en esta etapa. Por otro lado, se calcula que el M1 en *Homo erectus* brotaba a la edad de 4 – 5 años aproximadamente, y que dicho homínino llegaba a la madurez sexual a la edad de 15 años, por lo que se infiere que el *Homo erectus* aumentó su longevidad y retrasó su desarrollo con respecto a los homíninos anteriores (O’Connell et al, 1999 y Antón, 2003); además, Smith (1993) propone que el *Homo erectus* posiblemente careció de tener etapa adolescente.

ESPECIE	Macho	Hembra	Promedio
	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)
<i>A. afarensis</i>	44.6	29.1	37
<i>A. africanus</i>	40.8	30.2	35.5
<i>A. robustus</i>	40.2	31	36.1
<i>A. boisei</i>	48.6	34	44.3
<i>H. habilis</i>	51.6	31.5	41.6
<i>H. erectus</i>	63	52.3	57.7
<i>H. sapiens</i>	65	54	59.5

**Tabla 2.** Peso de los machos, hembras y promedio de diferentes especies de homíninos (tomada de Antón, 2003); se observa concordancia con la tabla 1 (tomada de Jurmain et al, 2000, pp. 324) respecto a los homíninos vistos hasta ahora.

El dimorfismo sexual ha jugado un rol muy particular en debates sobre la variación presente en el género *Homo*, especialmente en *Homo habilis/ rudolfensis* y *Homo erectus* (ej. Antón, 2003, Rightmire et al, 2008; Skinner et al, 2006; Antón et al., 2014). Es decir, continuamente se debate si se está hablando de especies distintas y, por lo tanto, dimorfismos sexuales distintos. Actualmente se debate acerca de la posibilidad de

considerar a *Homo* tempranos y a otros humanos anatómicamente premodernos, todos como *Homo erectus* (Antón et al., 2014).

La **figura 2** (antes vista en pag. 24) muestra la masa corporal estimada de distintos primates extintos (entre ellos *Homo erectus*), comparada con la masa corporal conocida de varios primates no extintos, resaltando dos cosas. En primer lugar, como ya se ha mencionado, todos los homíninos de la gráfica (*Homo erectus*, *Homo habilis* y ambos tipos de *Australopithecus*) están dentro de la variabilidad comúnmente observada en las demás especies –por separado– de primates actuales. Sin embargo, de todas las especies de homíninos en la figura, únicamente la muestra de *Homo erectus* “no resulta significativamente más variable que la muestra de gibones” (Plavcan, 2012), primates **no dimórficos**. De hecho, para *Homo erectus*, en términos de variación relativa, el rango total de masa corporal estimada cae dentro del rango de variación de un sólo sexo para las muestras de *Hylobates* y *Pongo abelli*. La impresión que queda con esta comparación, es que la variación observada en toda la muestra de *Homo erectus* es mucho más discreta en comparación con la encontrada en las muestras de todos los primates actuales de la gráfica. Al ser la variación mucho menor, podemos considerar una posibilidad el que el dimorfismo sexual respecto a la talla disminuyera considerablemente. **Los restos de *Homo erectus* definitivamente tienen menor grado de dimorfismo sexual (en talla corporal) en comparación con los *Australopithecus*, a la vez que su dentición es notoriamente más pequeña** (Plavcan, 2012). Por otro lado, Antón et al. (2014) reporta un **mayor grado de dimorfismo sexual en el cerebro** en comparación con *Homo* tempranos.

Sabemos que, en general, especies donde los machos no pueden aislar a un competidor de tener contacto con hembras, muestran una reducción en el tamaño de los colmillos y dentadura en general, así como en el tamaño del cuerpo con respecto a las hembras; por otro lado, dichas especies desarrollan testículos más grandes, lo que sugiere que la evolución se concentra en favor de la competencia espermática (Puts, 2010). Sin embargo, en este caso, la disminución de la dentición pudo verse influenciada por cambios en la dieta, o bien, por una disminución en la depredación. Y sin ser excluyentes, también existe

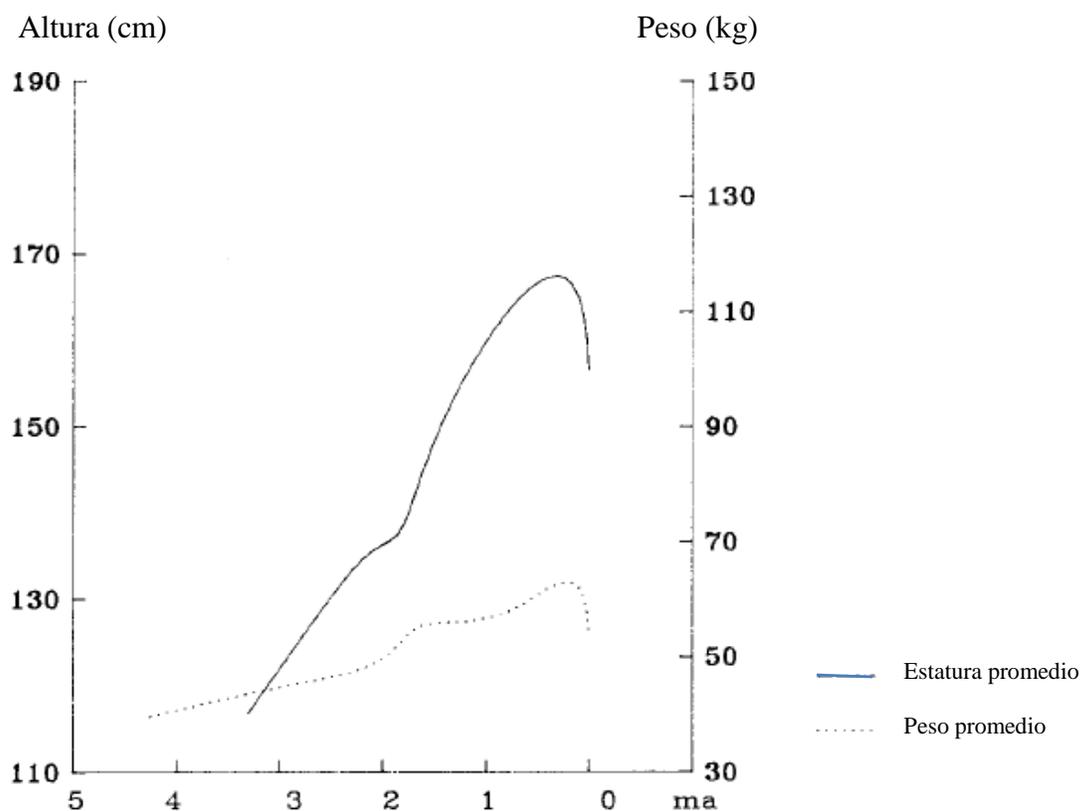
la posibilidad de que la disminución en el dimorfismo sexual se deba a un aumento en el tamaño de la hembra.

Cuando hablamos de evolución en general, los científicos pueden diferir con respecto a los mecanismos que interactúan dentro de la misma, pero ninguno llegará al extremo de negar a la evolución como un hecho. De la misma forma, es un hecho que los homíninos actuales (*Homo sapiens sapiens*) vieron incrementada su capacidad craneana y longevidad, perdieron el estro visible, establecen parejas a largo plazo, maduran sexualmente más tarde y llevan a cabo inversión parental; la controversia real se centra en el cuándo, dónde y por qué sucedieron dichos cambios evolutivos.

La inversión parental se torna especialmente importante en las especies en las que el intervalo de nacimiento es mayor y el periodo de dependencia juvenil es prolongado (Brace y Ryan, 1980). El *Homo sapiens* actual cumple con dichos requisitos si lo comparamos con otros homíninos ancestrales, es decir, que el periodo de gestación y de dependencia juvenil son más extensos ahora que en el pasado. De la misma forma, el *Homo erectus* cumple con los mismos requisitos al compararlo con homíninos que lo preceden. McHenry (1992) propuso que el *Homo erectus* perdió varios grados de dimorfismo sexual a través de un incremento desproporcionado en el tamaño de la hembra. Esto también ha sido discutido por O'Connell et al. (1999), quienes agregan que el aumento en el tamaño de la hembra debió resultar en un aumento en las demandas energéticas de las mismas. Recordemos que durante esta etapa evolutiva ocurrieron cambios climáticos abruptos, aunado al hecho de que por primera vez se encuentran restos de *Homo erectus* en casi todos los continentes. La figura 2 (vista anteriormente en página 24) da soporte a esta hipótesis, aunque sea de manera débil. Los machos de *Homo habilis/rudolfensis* son del mismo tamaño que los machos de *Homo erectus*, mientras que las hembras de *Homo habilis/rudolfensis* son visiblemente más pequeñas que las hembras de *Homo erectus*.

Considerando las características climáticas, biogeográficas y de variabilidad antes mencionadas, consideremos también que las hembras en general, incluyendo a la mayoría de los primates, compiten por recursos más que por obtener pareja (Sterck et al, 1997).

Dicho fenómeno ha sido hipotetizado como uno de los factores que pueden favorecer la selección hacia hembras de mayor tamaño (Gordon, 2006a y Plavcan, 2011). Otros factores son el hecho de que hembras más grandes producen crías más grandes (las cuales pueden sufrir menores riesgos de mortalidad), producen más y mejor leche (permitiendo que las crías crezcan mejor y/o más rápido) y/o bien, pueden ser mejores cargando o defendiendo a sus crías (Ralls, 1976; Gordon, 2006a; Kuzawa y Bragg, 2012; Smith et al, 2012; Wells, 2012; Plavcan 2012). Los requisitos anteriores podrían haberse detonado en una época en la que las condiciones ambientales y los recursos disponibles experimentarían un cambio drástico. Lo anterior es un acercamiento mayoritariamente hipotético. Aun así, es posible abordar la idea de que hembras más grandes produzcan crías más grandes, aspecto en el que sí es posible comparar evidencias. Dicha hipótesis se vería reforzada si observáramos un incremento en el tamaño de los homíninos a través del tiempo. Esto se aprecia *a grosso modo* en las tablas presentadas a lo largo de este trabajo; el trabajo de Antón et al., (2014) presenta datos más precisos en relación a dicho incremento, el cual también podemos apreciar gráficamente en la revisión de Mathers & Henneberg (1995) (figura 3):



**Fig. 3.** Comparación entre el cambio en altura y peso a través del tiempo en el linaje de los homíninos, (Tomada de Mathers & Henneberg, 1995).

El *Homo erectus* “presenta un patrón adaptativo en sugerente dirección al *Homo sapiens* moderno” (Jurmain et al, 2000). El aumento en el tamaño del cuerpo y los cambios en las proporciones de la columna vertebral, los cuales influyen en la optimización del bipedalismo, así como el aumento total en el tamaño del cerebro (aunque con cierta polémica), indican en conjunto que estos homíninos fueron los primeros en parecerse más a un ser humano anatómicamente moderno que a un simio, a diferencia de los *Australopitecus*. Bramble y Lieberman (2004) proponen que el *Homo erectus* fue el primer homínino con la capacidad de correr grandes distancias. Esto pudo haber servido para fatigar a sus presas, obtener más o mejor alimento y a la postre, desarrollar mejores capacidades cognitivas. Lo anterior tiene congruencia dada la amplia distribución biogeográfica antes mencionada. La ventaja esencial de poder recorrer grandes distancias

radica en poder abarcar mayores cantidades de terreno y por lo tanto, mayor cantidad y diversidad de recursos en general. No es que la caza no se viera beneficiada, sino que parece más intuitivo pensar que el oportunismo en general se viera ampliamente beneficiado.

Se desconocen las razones precisas por las cuales el *Homo erectus* salió de África y se dispersó tan ampliamente, pero sabemos que los restos de *Homo erectus* fuera de África presentan una mayor variedad anatómica respecto a los encontrados en dicho continente (Jurmain et al, 2000). Además, el hecho de migrar a través de climas y ecosistemas tan distintos sugiere importantes mejoras tecnológicas para sobrevivir (Binford, 1985 y Goodenough, 1990), como por ejemplo, el uso y control del fuego, cuyos inicios comienzan a hipotetizarse hacia esta época (Arrizabalaga, 1998).

### **2.3.2. Herramientas en *Homo erectus***

La utilización de herramientas en general es un avance muy importante. A partir de la dispersión del *Homo erectus* fue posible identificar por primera vez dos tipos de **industrias** o formas de crear herramientas: la Olduvayense y la Achelense, la segunda posiblemente derivada de la primera. Los paleontólogos también suelen llamar “culturas” a estas dos industrias, de las cuales han deducido cosas muy puntuales: con el surgimiento de la cultura Achelense, encontramos las primeras evidencias de que ciertos materiales comenzaron a ser transportados con mayor frecuencia y a mayores distancias (Jurmain et al, 2000). Cuando los dueños de herramientas achelenses encontraban un pedazo de piedra potencialmente útil, usualmente lo guardaban con ellos a la vez que viajaban. En contraste y sin excepción, todas las herramientas Olduvayenses han sido encontradas muy cerca de su respectiva fuente de origen material (Jurmain et al, 2000). La industria Achelense se caracteriza por ser la primera cultura lítica en desarrollar bifaces. Esta innovación principal implica que la piedra fue trabajada de forma simétrica a ambos lados de la lasca (Jurmain et al, 2000). A partir de esta etapa la evolución de las herramientas diverge en más de un sentido, ya sea respecto a su industria, variedad o función, sin embargo, no es el objetivo de este trabajo el profundizar en ello. Dada la hegemonía de la teoría del homínino cazador-recolector en nuestra historia evolutiva, la mayoría de las herramientas son interpretadas bajo dicha

perspectiva. Aun así considero importante no pasar por alto la posibilidad de un hipotético uso en favor de las agresiones interpersonales. La evolución de las herramientas pudo provocar cambios en la manera de cazar y/o de agredir intraespecíficamente, ya sea en pro de la eficiencia y/o de la incidencia. Entre los cazadores-recolectores de Hazda, Tanzania, el que dos hombres cortejen a una hembra suele concluir en un conflicto violento, usualmente fatal para alguno de los hombres (Marlowe, 2004). Un asunto similar sucede con los hombres de los pueblos Yanonamo, en América del Sur, cuando un hombre intenta cortejar a la esposa de otro (Chagnon, 1992); en estos casos, la habilidad para infligir daños serios al oponente funciona para conseguir y/o retener a la pareja, por lo que el aumento en la eficiencia de las armas (herramientas), pudo significar un *boom* para la conducta (y posiblemente selección sexual) del ser humano. La tecnología evoluciona y sufre procesos de selección (Cziko, 1995), muchas veces de manera más rápida que la evolución biológica.

### **2.3.3. Otros Humanos anatómicamente premodernos**

Independientemente de los problemas taxonómicos hallados ante la variedad de restos encontrados, sabemos con mucha seguridad que el *Homo erectus* (con todas sus variedades) no fue el único humano anatómicamente premoderno. También se identifica con certeza al *Homo heidelbergensis* (que con una antigüedad de entre 500 000 y 150 000 años, es el antepasado común más probable entre el ser humano moderno y los neandertales), al *Homo rhodesiensis* (con 1200-1400 cm<sup>3</sup> de capacidad craneana, supuestamente vivo en África entre 500 000-200 000 años atrás; considerado por algunos autores como *H. heidelbergensis*), al *Homo neanderthalensis* y al controversial hombre de flores (*Homo floresciensis*), casi todos ellos viviendo en un periodo entre los 1.7 millones de años atrás hasta hace apenas 15 mil, enfatizando el hecho de que seguramente algunas especies de homíninos convivieron entre sí.

### **Capítulo 3. Presente: Humanos anatómicamente modernos**

La siguiente parte de la historia evolutiva la conforman los humanos anatómicamente modernos; se cree que estos evolucionaron muy probablemente a partir de alguno de los humanos anatómicamente premodernos abordados en el punto anterior. Por consiguiente, se piensa que las poblaciones africanas de *Homo heidelbergensis* fueron las que derivaron en los humanos anatómicamente modernos más tempranos. Varios restos de *Homo sapiens* han sido encontrados, siendo los más antiguos los hallados en África (200,000 – 100,000 años atrás aproximadamente). Con mayor precisión, los fósiles más antiguos de *Homo sapiens* provienen de *Omo Kibish*, al sur de Etiopía, con una antigüedad de 195,000 años (Jurmain et al., 2000).

El *Homo sapiens sapiens* muy probablemente existe desde hace más de 100 mil años, pero para términos prácticos, establezcamos esa estimación como referencia. De esos 100 mil años, la agricultura comenzó hace apenas 7,000, que sabemos guarda relación con los primeros indicios de escritura, menos de 6,000 años atrás. Como última referencia, recordemos que el inicio de la cultura griega data de hace apenas 3000 años (año 1200 a.C. aproximadamente). El criterio para discriminar la información de interés, fue básicamente buscar el mismo tipo de información que podemos encontrar con los miembros anteriores de nuestro linaje, es decir, el enfocarse principalmente en el dimorfismo sexual y la selección sexual. Existe una gran cantidad y variedad de datos acerca de selección sexual en la actualidad. Arbitrariamente reduje la búsqueda hacia aquella evidencia relacionada con la hipotética competencia violenta entre machos, con el fin de contrastar y/o complementar dicha información con la evidencia del mismo tipo que sugiere nuestro pasado evolutivo.

#### **3.1. Dimorfismo sexual en el *Homo sapiens sapiens***

Hembras y machos de *Homo* modernos muestran una variación considerable con respecto a la talla, hecho que se ha atribuido a diversos aspectos nutrimentales principalmente, a la selección hacia cierto tamaño debido a factores ambientales (reglas de Allen y Bergmann)

y/o del comportamiento y, finalmente pero no menos importante, al dimorfismo sexual (Ruff, 2002; Plavcan, 2012).

Los seres humanos anatómicamente modernos muestran un patrón inusual de dimorfismo sexual respecto a la masa corporal, siendo éste “*relativamente modesto en favor de los machos*” (alrededor del 15%; Smith & Jungers, 1997). Esto sugiere un menor grado de competencia violenta entre machos y consistente con “*ligera poligamia/mayoritariamente monogamia*” (Plavcan, 2012; Gray, 2013), según el consenso paleoantropológico. Pero cuando restamos la grasa del peso total, obteniendo la masa restante, el dimorfismo sexual resulta ser “*de grado moderado-alto*” (alrededor del 44%; Wang et al., 2001). Este valor refleja una mayor acumulación proporcional de grasa en las hembras (Wells, 2012 y Wang et al., 2001, revisados en Plavcan, 2012) y por lo tanto, de musculatura en los machos.

Con respecto al esqueleto, el dimorfismo en seres humanos modernos es moderado y ligeramente mayor al observado en chimpancés (Gordon et al., 2008), pero al restar la grasa de la masa corporal total y tomar en cuenta esa medida, el resultado es meramente proporcional a la magnitud de dicho dimorfismo (Plavcan, 2012). Es decir, que el dimorfismo en el esqueleto se debe a una mayor o menor musculatura dependiendo del caso, dado que los huesos sirven de soporte a los músculos.

Según Plavcan (2012), el dimorfismo craneano en seres humanos modernos “*tiende a ser modesto*”, ocupando un valor intermedio entre el dimorfismo de masa corporal total y aquel mismo substrayendo la grasa. Dentro de los humanos, cierta evidencia sugiere que cuando la nutrición en la lactancia es pobre, las hembras tienden a ser de menor tamaño (Gordon, 2006b) y viceversa (Kuzawa & Bragg, 2012). Asimismo, también hay estudios que señalan que los machos suelen responder más rápidamente que las hembras a cambios nutricionales (Antón & Snodgrass, 2012 y Bribiescas et al., 2012).

### **3.1.1 Dimorfismo sexual en la dentición**

Aun considerando que los caninos humanos **no juegan un rol diferente al de los demás dientes**, estos siguen mostrando las mayores diferencias entre machos y hembras en comparación con las demás piezas del arco dental (Garn, 1967; Brace, y Ryan, 1980), recalcando el hecho de que los caninos **siguen siendo sexualmente dimórficos** (figura 4). Lo mismo ocurre con los segundos premolares que, con índices de variabilidad mucho menores, también resultan ser sexualmente dimórficos (figura 5).

La figura 4 de Brace y Ryan (1980) muestra el dimorfismo sexual promedio y la desviación estándar del canino inferior en varios grupos humanos. Sin embargo, aunque la figura compara principalmente poblaciones humanas, muestra una diferencia significativa del grado de dimorfismo sexual en la muestra de humanos europeos pertenecientes al Paleolítico Superior (35,000 - 10,000 años atrás), bastante mayor a la observada en cualquier población de humanos actuales. La población correspondiente a China mostró el menor grado de dimorfismo sexual con respecto a las dimensiones de los caninos inferiores. Los europeos del Mesolítico y una de las poblaciones australianas (“Murray Basin”) fueron segundos y terceros respectivamente en cuanto al porcentaje de dimorfismo, ambos significativamente menos dimórficos que aquellos europeos del Paleolítico Superior. Las demás poblaciones se encuentran en medio, incluyendo la muestra representativa de europeos modernos. También se compararon los resultados de la figura con el grado de dimorfismo sexual (del mismo canino) observado en chimpancés y gorilas, siendo estos últimos “... *varios órdenes de magnitud más dimórficos*”, reportando que la diferencia entre machos y hembras es de más del 50% en chimpancés, y de más del 100% en gorilas (Brace & Ryan, 1980).

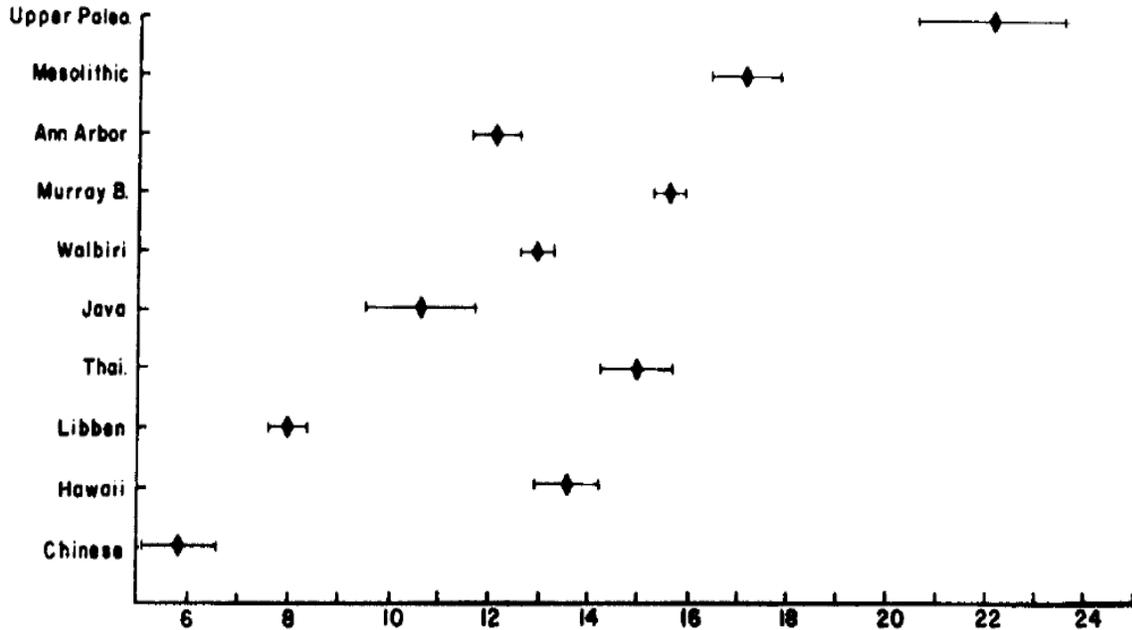


Fig. 4. Porcentaje de dimorfismo sexual del canino inferior de varias poblaciones de *Homo sapiens sapiens*; los puntos en la gráfica representan el dimorfismo sexual promedio; la longitud de las líneas representa la desviación estándar (tomado de Brace & Ryan, 1980).

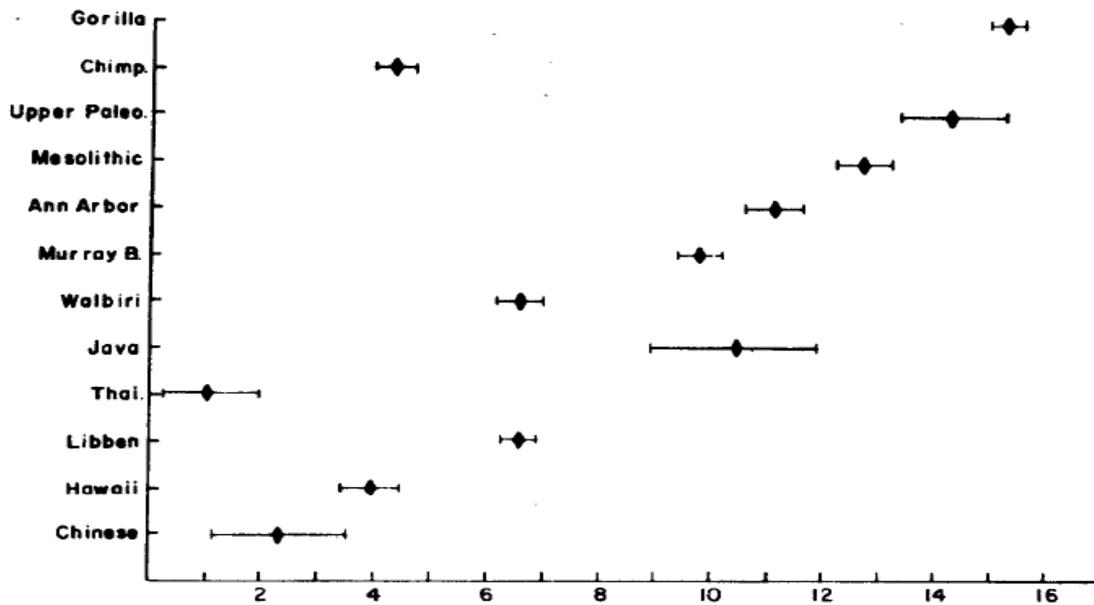


Fig. 5. Porcentaje de dimorfismo sexual en el segundo premolar de varias poblaciones de *Homo sapiens sapiens* y primates no humanos los puntos en la gráfica representan el dimorfismo sexual promedio; la longitud de las líneas representa la desviación estándar (tomado de Brace & Ryan, 1980).

Únicamente considerando poblaciones de *Homo sapiens sapiens*, Brace y Ryan (1980) concluyeron que el dimorfismo sexual dental fue significativamente mayor durante el Paleolítico Superior que durante cualquier otra etapa subsecuente de tiempo, y que se encuentra en su menor grado en algunas poblaciones humanas modernas, habiendo decrecido de un 16-20% hasta un 4% en la población humana menos dimórfica de la actualidad (figura 5).

### 3.2. Selección sexual vía competencia violenta

Cuando comparamos ambos sexos, los machos de *Homo sapiens sapiens* tienen una mayor varianza reproductiva (Brown et al., 2009), son más grandes, tienen mayor musculatura, maduran después y envejecen y mueren antes; todas las variables anteriores correlacionan con un sistema de apareamiento poligínico (Daly & Wilson, 1983). Sin embargo los machos humanos actuales también invierten mucho en las crías, al menos en comparación con la mayoría de las especies animales (con el mismo sistema de apareamiento), especialmente mamíferos. El valor de esta inversión constituye la base de la competencia femenina.

<b>Variables que promueven la Competencia Violenta (CV) y su predicción respecto a la forma de vida en humanos</b>		
<b>Variable</b>	<b>Valor de la variable (predicción respecto a CV)</b>	
	<b>Machos</b>	<b>Hembras</b>
Dimensionalidad del ambiente	2D (= CV)	2D (= CV)
Limitaciones en el modo de vida hacia cuerpos de mayor tamaño	No (= CV)	No (= CV)
Talla	Grande (= CV)	Grande (= CV)
Capacidad para someter al sexo opuesto*	Sí (= CV)	No (= no CV)

**Tabla 3.** Variables que promueven la Competencia Violenta (CV) y su predicción respecto a la forma de vida en humanos (Puts, 2010).

En adición a la tabla 3, estudios con primates no humanos afirman que los machos que son violentos con las hembras tienen más frecuencia de cópulas; y lo anterior se ha corroborado

recientemente en *Homo sapiens sapiens*: la investigación predijo específicamente que los hombres que cometen violencia hacia su pareja obtienen más cópulas con ella en comparación con hombres que no cometen actos violentos\* (Barbaro, & Shackelford, 2016).

Según Puts (2010), el relativamente modesto dimorfismo en estatura (8%) y en masa corporal (15%) resulta engañoso cuando lo comparamos con otros primates, pues desestima las diferencias sexuales en rasgos que –justamente- son decisivos para la competencia violenta. Los siguientes datos son propuestos como evidencia de caracteres sexuales secundarios adaptados para la competencia violenta entre machos (tabla 4):

<b>Rasgo</b>	<b>Proporción</b>	<b>Observaciones</b>
Masa corporal - grasa	40% > mujer promedio	-
Masa muscular total	80% > mujer promedio	-
Músculo magro	60% > mujer promedio	-
Masa muscular parte baja del cuerpo	50% > mujer promedio	-
Fuerza parte superior del cuerpo	90% > mujer promedio	*Tres desviaciones estándar mayor
Fuerza parte inferior del cuerpo	65% > mujer promedio	-
Altura salto vertical	45% > mujer promedio	-
Tiempos de sprint	22% > mujer promedio	-

**Tabla 4.** Rasgos propuestos como evidencia de caracteres sexuales secundarios adaptados para la CV en machos de *Homo sapiens sapiens*.

Respecto a datos que implican diferencias en conducta y sociedad, también obtenidos a partir de la revisión de David. A. Puts (2010), podemos apreciar la tabla 5:

<b>Dato</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Visto en Puts, 2010</b>
Los hombres y los niños son físicamente más agresivos que las mujeres y las niñas.		<b>Archer, 2004, 2009.</b>
Los niños se involucran más en juegos de pelea; y los niños que más se involucran tienden a ser los más dominantes.		<b>Pellegrini, 1995; Pellegrini &amp; Smith, 1998.</b>
Los hombres muestran mayor inclinación a involucrarse, y se involucran con mayor frecuencia en agresiones físicas.	Proporción de casi una desviación estándar mayor.	-
Los hombres muestran una mayor cantidad de agresiones físicas descritas como no defensivas en todas las sociedades estudiadas.		-
La inmensa mayoría de homicidios entre un mismo sexo (95%), hasta donde existe registro disponible para cada sociedad, son cometidos por hombres.	<b><u>No incluye muertes de guerra.</u></b>	<b>Adams, 1983.</b>
En poblaciones modernas, la incidencia de fractura de mandíbula es aproximadamente cinco veces más alta en hombres.	No incluye fracturas accidentales.	-

**Tabla 5.** Datos que implican diferencias en conducta y sociedad con respecto a la violencia en el *Homo sapiens* anatómicamente moderno.

## Discusión

Darwin propuso en “*El Origen del Hombre*” que los humanos ancestrales probablemente vivieron como polígamos o temporalmente monógamos. Desde entonces el tema no ha estado exento de polémica. Los humanos modernos difieren de los grandes simios respecto al tiempo de gestación, la edad del destete, el intervalo entre partos, la madurez sexual, la longevidad, el estro no visible, la distribución de grasa corporal en las hembras, entre otras cosas; sin embargo no se sabe con certeza cuándo, cómo y por qué sucedieron dichas “novedades” evolutivas. **Históricamente** se ha intentado demostrar que el ser humano es de “naturaleza monógama”. También existe evidencia en favor de una “naturaleza polígama” (análisis histórico de ambas en Ryan & Jethá, 2012).

El consenso sugiere que los *Australopithecus* tenían un grado de dimorfismo sexual moderado o alto, el cual se relaciona con competencia violenta entre machos y un sistema de apareamiento poligínico. Se sugiere que las especies de *Australopithecus* relativamente más gráciles fueron aquellas que dieron origen a los *Homo tempranos*. Se ha propuesto que la bipedalidad pudo ser un detonante que disminuyera los caninos en *Australopithecus*, reemplazando la competencia violenta mediante el uso de las extremidades superiores y que, posteriormente, incentivó el uso de herramientas. También se ha propuesto un cambio con base en la manera en que teóricamente podrían asociarse y distribuirse los homíninos. Dicho cambio fue detonado debido a mayores presiones de depredación al bajar de los árboles. Y esto se “resolvió” **formando grupos más grandes**, en los cuales la competencia entre machos es teóricamente menor (Gray, 2013). Existe evidencia de climas muy variables que coincidieron con la transición al bipedalismo, aunque la línea de pensamiento anterior también podría aplicarse a la migración del *Homo erectus* a través del globo (Antón et al., 2014). Ambas posibilidades no son excluyentes. Es posible que la evolución humana se beneficiara de formar grupos cada vez más grandes en más de una ocasión, factor que suele disminuir la competencia entre machos. De los *Homo tempranos* no se puede concluir mucho, parte del problema es que el número de registros fósiles es reducido y no existe consenso aún sobre la variación y la cantidad de especies que representa. Antón

et al., (2014) señala la posibilidad de considerar a los *Homo* tempranos como *Homo erectus*.

La talla de las diferentes especies de homíninos aumentó a través del tiempo, por lo que ambos sexos aumentaron de tamaño. **El grado de dimorfismo sexual (respecto a la talla corporal) en *Homo erectus* es definitivamente menor**, por lo que dicho aumento fue desproporcionado. Una posibilidad es que los machos disminuyeran su tamaño con respecto a las hembras. Otra posibilidad es que **las hembras experimentaran un aumento desproporcionado de tamaño con respecto a los machos**. Es probable que la disminución en el dimorfismo sexual se deba a lo segundo:

El que las hembras hayan incrementado su tamaño puede interpretarse como una respuesta al aumento en la duración de gestación y dependencia de las crías (Brace & Ryan, 1980). También puede relacionarse o reforzarse con la posibilidad abierta hacia otras vías de selección sexual, dada la hipotética disminución de la competencia violenta entre machos. Existe evidencia de que el desarrollo se fue ralentizando a través del tiempo. La pedomorfosis es usualmente interpretada como una adaptación que limita la especialización evolutiva. Se ha propuesto que la selección hacia la pedomorfosis a través de la neotenia pudo representar un mecanismo para mantener altos niveles de plasticidad neural (Antón y Leigh, 1998, 2003; Antón, 2002). La morfología craneana del *Homo sapiens* adulto es muy similar a la del *Homo erectus* juvenil. Se sugiere que los cerebros de *Homo sapiens* adultos retuvieron lo más valioso de los cerebros de *Homo erectus* juveniles: la plasticidad y/o flexibilidad cerebral. Aunado a esto, existe evidencia de que el dimorfismo sexual cerebral aumentó en el *Homo erectus* (Antón et al., 2014). También existe evidencia de que la *selección artificial* puede resultar en un estado craneal “juvenil”, por ejemplo, en zorros domésticos adultos (Plyusnina, 1991) y en perros; los humanos serían un tercer ejemplo. La domesticación generalmente involucra seleccionar –entre otras cosas- a los individuos más sociales o menos violentos.

Dada la forma del cráneo, la evidencia de pedomorfosis (neotenia), la posible retención de plasticidad/flexibilidad cerebral, la evidencia en selección artificial hacia un estado craneal

“juvenil” y el aumento en el dimorfismo sexual cerebral, es probable que el aprendizaje y la sociabilidad adquirieran mayor importancia en el *Homo erectus*, incluyendo sus estrategias reproductivas, especialmente si otras vías de selección sexual se abrieron paso en sustitución de la competencia violenta entre machos. Bogin (1994) propuso que la existencia de nuestro periodo adolescente se debe a lo trascendental que resulta para el *Homo sapiens* la posibilidad de ser flexible respecto al comportamiento y al aprendizaje, por ejemplo: las mujeres generalmente aparentan (o buscan aparentar) ser físicamente adultas antes de ser sexualmente maduras, lo que les permite practicar estrategias de apareamiento y cuidado parental, sin incurrir forzosamente en la reproducción con hijos; por otro lado, los hombres aparentan ser físicamente juveniles incluso después de madurar sexualmente, lo que les permite evitar conflictos violentos con hombres adultos, mientras ya practican desenvolverse social y sexualmente como adultos. A ambos sexos se les permite practicar comportamientos sexuales relevantes para el futuro sin incurrir completamente en las consecuencias de ser adulto, especialmente si llegan a cometer errores.

Se sugiere como posible detonante de lo anterior el aumento de talla que las hembras tuvieron con respecto a los machos. Esto puede explicar el incremento en el periodo de gestación y tiempo de dependencia de la cría; es probable que dichos cambios requirieran un mayor cuidado parental, y que este se promoviera a través de la pérdida del estro visible, el cual se ha hipotetizado como un factor que disminuye la competencia entre machos y/o promueve la formación de parejas estables o seriales (Krebs, et al., 1993). Lo anterior puede relacionarse con el surgimiento de los depósitos de grasa en las hembras. Estudios en varias culturas muestran que, si bien ambos sexos se basan en el atractivo físico para elegir pareja, los hombres suelen dar mayor importancia a este ámbito en comparación con las mujeres (Thornhill & Gangestad, 1996). La distribución de grasa corporal en las mujeres parece estar diseñada para atraer a los hombres; y ningún otro primate es sexualmente dimórfico respecto a esto (Pond & Mattacks, 1987). Los cuerpos femeninos acumulan grasa en los senos y caderas cuando se acercan a la madurez sexual, lo cual sugiere que dichos rasgos tienen que ver con el apareamiento. Esto se refuerza con el hecho evidente de que los hombres muestran preferencias justamente por dichas características (Singh & Young,

1995). Las mujeres físicamente más atractivas suelen demandar mayor inversión de cualquier tipo de esfuerzo, ya sea mediante beneficios directos o indirectos (Buss & Shackelford, 2008; Pawlowski & Jasienska, 2008, revisado en Puts, 2010). En general, una acumulación considerable de grasa resulta necesaria para la ovulación, pues probablemente provee recursos necesarios para la gestación y la lactancia, pero la disposición particular de grasa en las caderas y senos, única en el *Homo sapiens sapiens*, posiblemente indica una mayor fecundidad (Jasienska, et al., 2004; Marlowe, 1998, revisado en Puts, 2010). Esto pudo haber evolucionado a partir de preferencias previas de machos hacia hembras con mayor tejido glandular mamario y pelvis más anchas, la primera característica favorecería la alimentación de la cría y la segunda un parto exitoso (Low, 1979; Low et al., 1987). La disminución en el grado de dimorfismo sexual en *Homo erectus* respecto a la talla, podría preceder una tendencia hacia la monogamia o bien, una poligamia moderada. Secundariamente podría verse reflejada una hipotética disminución de la competencia violenta entre machos, **aunque ambos factores pueden no ser excluyentes.**

Lo anterior, sin embargo, es una discusión principalmente centrada en evidencias paleoantropológicas, específicamente alrededor del dimorfismo sexual. La otra posibilidad, es decir, que el grado de dimorfismo sexual disminuyera debido a que los machos disminuyeran su tamaño, ha obtenido robustez a partir de otro tipo de evidencia, a la cual no se le otorgó la misma prioridad en esta tesis. La historia evolutiva del ser humano ha sido históricamente interpretada bajo otras prioridades, perspectivas y evidencias, tales como la evolución de las herramientas y de la cultura, del cerebro y la cognición, o bien, de la caza y la recolección, en donde los machos ocupan roles que podrían –o no– sustentar dicho cambio. Dicho lo anterior, el aumento desproporcionado de las hembras propuesto en este trabajo, puede no ser excluyente de otras maneras de interpretar la evolución humana. Por ejemplo, la pérdida del estro visible, el aumento en el dimorfismo sexual cerebral, una mayor cognición, el surgimiento del lenguaje (que puede influir en la obtención de pareja) y la evolución de la cultura, pueden estar relacionados entre sí. Finalmente, la hipótesis en favor del aumento de tamaño en las hembras explica de mejor manera algunas de las características sexuales humanas, tales como la pérdida del estro visible, el aumento en el tiempo de gestación y el surgimiento de los senos y las caderas en las mujeres, los cuales

son distintivos en el ser humano moderno. Dichos cambios no suelen ser abordados bajo otras perspectivas, mucho menos explicados, en parte porque la evidencia es poca. También contextualiza la controversia sobre un ser humano mayormente “polígamo” o mayormente “monógamo”, puesto que propone un *cambio* a través de la historia evolutiva, o bien, abre la posibilidad de varios sistemas de apareamiento posibles, dependiendo de la población o del periodo de tiempo (la variedad de restos fósiles es mucha).

El dimorfismo sexual en *Homo sapiens sapiens* es moderado/bajo. Puts (2010) propone una serie de variables mediante las cuales el dimorfismo habría disminuido engañosamente, abriendo oportunidad a la competencia violenta como vía de selección sexual en la actualidad. Sin embargo, incluso concediendo que los cuerpos de los machos estén diseñados para la competencia violenta, no podemos desestimar el hecho de que los cuerpos de las hembras parecen estar diseñados en función de la elección de pareja. Las características que menciona Puts (2010), aunque ciertas, fundamentan mayoritariamente un **pasado evolutivo** predominantemente violento, mas no necesariamente un **presente** hegemónicamente violento en términos reproductivos. Marlene Zuk (2013) ha evidenciado muchas de las maneras en que el pasado no necesariamente es relevante para interpretar el presente. Y el dimorfismo sexual (actual) puede ser visto desde esa perspectiva. En el ámbito general, el consenso indica que la competencia violenta no es la vía de selección sexual predominante en la actualidad (Gray, 2013). Aunado a todo lo anterior, existe evidencia de que el dimorfismo sexual está tendiendo a disminuir, por ejemplo, en términos del arco dental (Brace & Ryan, 1980). También existe evidencia de que la violencia ha disminuido en términos generales aunque la percepción de ello no sea clara, y que este fenómeno se desenvuelve a manera de fractal, sucediendo a través de milenios, siglos y décadas. Esto se debe al proceso civilizatorio (Pinker, 2012). Lo anterior puede reforzar la idea de que la violencia ha dejado de ser un recurso socialmente aceptado, incluyendo al ámbito reproductivo y de obtención de pareja.

Por otro lado, los datos internacionales indican que, a nivel social, la “*poliginia ligera*” describe mejor los patrones matrimoniales humanos en comparación con la monogamia (Gray, 2013). Lo anterior se basa principalmente en el hecho de que la reproducción y la

actividad sexual son sumamente variables no solo entre poblaciones, sino también a través del poco tiempo del que podemos obtener registro. Además, los antropólogos señalan que el concepto de “matrimonio” es sumamente variable a través de las distintas sociedades, no coincidiendo con la monogamia en muchas ocasiones (Ryan & Jethá, 2012).

Los datos internacionales subrayan la importancia de otras variables contextuales como la tasa de fecundidad (Gray, 2013). Por ejemplo: las sociedades **con tasas de fertilidad más altas tienden a tener actitudes más restrictivas hacia la sexualidad femenina**. Y esto suele estar relacionado con el nivel de violencia en dichas sociedades. Hasta épocas muy recientes las sociedades humanas estaban sometidas a continuas guerras, y los machos entre los 15 y los 30 años eran los combatientes, lo que disminuía constantemente su población. Desde una perspectiva actual, el que una sociedad tenga una mayor proporción de machos jóvenes desocupados (por ejemplo, sin un lugar donde estudiar o trabajar), correlaciona con mayores índices de violencia dentro de la misma, dada la tendencia de los machos a formar grupos (pandillas, “gangs”) y entrar en conflicto (Pinker, 2007).

Por ejemplo, en México, entre 2006 y 2012, un total de 13,606 mujeres fueron asesinadas, contra **117,859 hombres**. La mayoría de los hombres asesinados se concentran entre los 15 y 44 años; y dichos homicidios ocurren mayormente en la calle (Merino y Torreblanca, 2016). En contraste con lo anterior, los homicidios contra las mujeres ocurren mayormente en “la vivienda”. Y existe una mayor varianza de edad, habiendo una mayor proporción de víctimas entre los 0 y 14 años y volviéndose a acentuar a partir de los 65 años (Merino y Torreblanca, 2016). Por eso las políticas para reducir la violencia que más afecta a los hombres, que es la violencia en general, son las políticas de seguridad pública. Y dichas políticas suelen no representar, defender o procurar la manera en que sufren violencia las mujeres. La importancia de este punto la abordaré más adelante.

Hay maneras socialmente responsables y redituables de manejar esta *necesidad* humana de formar grupos y competir, como brindar espacios adecuados para la práctica del deporte y el sano esparcimiento (además de trabajo disponible y lugares donde estudiar). Cuando ni el Estado ni la sociedad se encargan de ello, es posible que el crimen organizado se empodere

de dicha necesidad. En este sentido el papel de las mujeres en la sociedad se vuelve importante, así como la actitud de la misma sociedad hacia la sexualidad femenina: **El que las mujeres de las sociedades modernas adquieran poder sobre su aparato reproductor**, por ejemplo, hace que la tasa de reproducción disminuya y que el número de hombres en esa sociedad sea menor. El problema se vuelve, en términos demográficos, menos complejo, pues reduce los recursos necesarios que potencialmente serían necesarios para solucionar problemas relacionados con la violencia (espacios donde estudiar, trabajar o hacer actividad física). **Así, donde las mujeres han adquirido mayor empoderamiento social se tiene una menor tasa de violencia en general** (Pinker, 2012). Y curiosamente, el que las mujeres adquieran mayor empoderamiento es uno de los factores que disminuye la violencia física contra ellas: por esto se vuelve importante visibilizar la violencia específica contra las mujeres, aunque estadísticamente sea menor. En el caso de México, Roberto Castro menciona en su texto “Violencia contra la mujer en México, qué sabemos y qué necesitamos saber”, que “el índice de autonomía (capacidad de la mujer de decidir por su cuenta cuestiones sobre trabajar por un pago, ir de compras, visitar otras personas, comprar algo para sí misma, participar en actividades vecinales o políticas, hacer amistades o votar por algún partido o candidato), tiene efectos muy claros con respecto a la violencia física y sexual: a mayor autonomía, menor riesgo de sufrir ambos tipos de violencia”. Y en general, menciona que “un mayor empoderamiento de la mujer se asocia con un menor riesgo de violencia física y sexual”.

## **Conclusiones**

Probablemente las hembras ancestrales de *Homo erectus* experimentaron un aumento desproporcionado de tamaño con respecto a los machos, repercutiendo en una disminución en el grado de dimorfismo sexual respecto a la talla. De esta forma se explican varios factores relacionados, entre los cuales están el aumento en el periodo de gestación y dependencia juvenil, el aumento en la inversión parental, la pérdida del estro visible, la pedomorfosis, los caracteres sexuales secundarios en las mujeres y una hipotética disminución relativa de la competencia violenta entre los machos. Aun así los datos internacionales describen mejor al ser humano como ligeramente polígamo. Sin embargo,

existe una tendencia hacia la monogamia serial en muchas poblaciones humanas, muchas de las cuales tienen una tasa de fertilidad menor. Varios autores señalan que el empoderamiento del sexo femenino disminuye los índices de violencia en sociedades que lo promueven o permiten, por lo que desde el cambio de dimorfismo sexual en el *Homo erectus* (aumento de talla en las hembras y desarrollo de caracteres sexuales secundarios), hasta la actualidad en el *Homo sapiens sapiens*, la mujer podría haber jugado un papel crucial en el **pasado y presente de la evolución sexual humana**, posibilidad que se encuentra actualmente desestimada.

## **Agradecimientos**

Este proyecto fue realizado gracias a una beca de término de estudios del proyecto Conacyt CB-2012/178031, "La enseñanza de la evolución en el contexto de la historia y la filosofía de la ciencia en México", de la Dra. Ana Barahona. Agradezco la participación en los seminarios y actividades de investigación en el Grupo de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología de la Facultad de Ciencias, donde aprendí a reinterpretar los conceptos de la Biología, la Ecología y la Filosofía de la Ciencia en el ámbito de la evolución humana. También agradezco la oportunidad de realizar mi servicio social en el Instituto de Ecología, donde aprendí conceptos utilizados en ésta Tesis. Finalmente agradezco a la Facultad de Ciencias y a los profesores que me dieron clase. Espero que el presente trabajo se vea como un intento de interdisciplina.

## Bibliografía

1. Adams, D. B. (1983). Why there are so few women warriors, *Behavior Science Research*, 18, 196–212
2. Antón, S. C. & Snodgrass, J. J. (2012). Origins and evolution of genus *Homo*, *Current Anthropology*, 53(6), 479-496.
3. Antón, S.C. (2003). Natural history of *Homo erectus*, *Yearbook of Physical Anthropology*, 37, 126–170.
4. Antón, S. C., & Leigh, S. (1998). Pedomorphosis and neoteny in human evolution. In *Journal of Human Evolution* (Vol. 34, No. 3, pp. A2-A2). 24-28 OVAL RD, LONDON NW1 7DX, ENGLAND: ACADEMIC PRESS LTD.
5. Antón, S. C., & Leigh, S. R. (2003). Growth and life history in *Homo erectus*. *CAMBRIDGE STUDIES IN BIOLOGICAL AND EVOLUTIONARY ANTHROPOLOGY*, 219-245.
6. Antón, S. C., Potts, R., & Aiello, L. C. (2014). Evolution of early *Homo*: An integrated biological perspective. *Science*, 345(6192), 1236828.
7. Archer, J. (2004). Sex differences in aggression in real-world settings: A meta-analytic review, *Review of General Psychology*, 4, 291–322.
8. Archer, J. (2009). Does sexual selection explain human sex differences in aggression?, *Behavioral and Brain Sciences*, 32(3-4), 249–266.
9. Arrizabalaga, Á. R. (1998). Arqueología del lenguaje en el proceso evolutivo del Género *Homo*. *Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, 11, 13-43.
10. Asfaw, B., Gilbert, W. H., Beyene, Y., Hart, W. K., Renne, P. R., WoldeGabriel, G., Vrba, E.S. & White, T. D. (2002). Remains of *Homo erectus* from Bouri, Middle Awash, Ethiopia, *Nature*, 416(6878), 317-320.
11. Baab, K. L. (2008). The taxonomic implications of cranial shape variation in *Homo erectus*, *Journal of Human Evolution*, 54(6), 827-847.
12. Barbaro, N., & Shackelford, T. K. (2016). Female-directed violence as a form of sexual coercion in humans (*Homo sapiens*). *Journal of comparative psychology*, 130(4), 321.

13. Barber, N. (1995). The evolutionary psychology of physical attractiveness: Sexual selection and human morphology, *Ethology and Sociobiology*, 16(5), 395–424.
14. Behrensmeyer, A. K., Todd, N. E., Potts, R. & McBrinn, G. E. (1997). Late Pliocene faunal turnover in the Turkana basin, Kenya and Ethiopia, *Science*, 278(5343), 1589-1594.
15. Berger, L. R., Hawks, J., de Ruiter, D. J., Churchill, S. E., Schmid, P., Deleuzene, L. K., Kivell, T. L., Garvin, H.M., Williams, S. A., DeSilva, J. M., Skinner, M. M., Musiba, C. M., Cameron, N., Holliday, T. W., Harcourt-Smith, W., Ackermann, R. R., Bastir, M., Bogin, B., Bolter, D., Brophy, J., Cofran, Z. D., Congdon, K. A., Deane, A. S., Dembo, M., Drapeau, M., Elliott, M. C., Feuerriegel, E. M., Garcia-Martinez, D., Green, D. J., Gurtov, A., Irish, J. D., Cruger, A., Laird, M.F., Marchi, D., Meyer, M. R., Nalla, S., Negash, E. W. Orr, C. M., Radovic, D., Schroeder, L., Scott, J. E., Throckmorton, Z., Tocheri, M. W., VanSickle, C., Walker, C. S., Wei, P. & Zipfel, B. (2015). *Homo naledi*, a new species of the genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa, *Elife*, 10(4).
16. Binford, L. R. (1985). Human ancestors: changing views of their behavior, *Journal of Anthropological Archaeology*, 4(4), 292-327.
17. Brace, C. L., & Ryan, A. S. (1980). Sexual dimorphism and human tooth size differences, *Journal of Human Evolution*, 9(5), 417-435.
18. Bramble, D. M. & Lieberman, D. E. (2004). Endurance running and the evolution of *Homo*, *Nature*, 432(7015), 345-352.
19. Bribiescas, R. G., Ellison, P. T. & Gray, P. B. (2012). Male life history, reproductive effort, and the evolution of the genus *Homo*, *Current Anthropology*, 53(6), 424-435.
20. Bogin, B. (1994). Adolescence in evolutionary perspective. *Acta Paediatrica*, 83(s406), 29-35
21. Brown, G. R., Laland, K. N. & Borgerhoff Mulder, M. (2009). Bateman's principles and human sex roles, *Trends in Ecology and Evolution*, 24(6), 297–304.
22. Buss, D. M., & Barnes, M. (1986). Preferences in human mate selection. *Journal of personality and social psychology*, 50(3), 559.

23. Buss, D. M. & Shackelford, T. K. (2008). Attractive women want it all: Good genes, investment, parenting indicators, and commitment, *Evolutionary Psychology*, 6, 134–146.
24. Carroll R. L. (1997). *Patterns and processes of vertebrate evolution*, Cambridge University Press.
25. Castro, R. P. (2014). *Violencia contra Mujeres en México: ¿qué sabemos y qué necesitamos saber?* Academia Nacional de Medicina, México. Editores: Conacyt, 2014, pp. 93 -110.
26. Chagnon, N. A. (1992). *Yanomamo: The last days of Eden*, Harcourt.
27. Clutton-Brock, T. H., Harvey, P. H., & Rudder, B. (1977). Sexual dimorphism, socioeconomic sex ratio and body weight in primates, *Nature*, 269(5631), 797-800.
28. Czikó, G. (1995). *Without miracles*.
29. Daly, M. & Wilson, M. (1983). *Sex, evolution, and behavior*, 2nd ed., Belmont, CA: Wadsworth.
30. Darwin, C. (1982). *El origen del hombre* (No. 2). Edaf.
31. de Heinzelin, J., Clark, J. D., White, T., Hart, W., Renne, P., WoldeGabriel, G., Beyene, Y. & Vrba, E. (1999). Environment and behavior of 2.5-million-year-old Bouri hominids, *Science*, 284(5414), 625-629.
32. DeMenocal, P. B. (1995). Plio-Pleistocene African climate, *Science*, 270(5233), 53-59.
33. Eagly, A. H., & Wood, W. (1999). The origins of sex differences in human behavior: Evolved dispositions versus social roles. *American psychologist*, 54(6), 408.
34. Emlen, S. T., & Oring, L. W. (1977). Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems, *Science*, 197(4300), 215-223.
35. Garn, S. M., Lewis, A. B., Swindler, D. R. & Kerewsky, R. S. (1967). Genetic control of sexual dimorphism in tooth size, *Journal of dental research*, 46(5), 963-972.
36. Geary, D. C., & Flinn, M. V. (2001). Evolution of human parental behavior and the human family. *Parenting*, 1(1-2), 5-61.

37. Gingerich, P. D., & Schoeninger, M. J. (1979). Patterns of tooth size variability in the dentition of primates, *American Journal of Physical Anthropology*, 51(3), 457-465.
38. Goodenough, W. (1990). Evolution of the human capacity for beliefs, *American Anthropologist*, 92(3), 597-612.
39. Gordon, A. D. (2004). Evolution of body size and sexual size dimorphism in the order Primates: Rensch's rule, quantitative genetics, and phylogenetic effect, Degree of Doctor of Philosophy, University of Texas, Austin.
40. Gordon, A. D. (2006) a. Scaling of size and dimorphism in primates. 1. Microevolution, *International Journal of Primatology*, 27(1) 27-61.
41. Gordon, A. D. (2006) b. Scaling of size and dimorphism in primates. 2. Macroevolution, *International Journal of Primatology*, 27(1) 63-105.
42. Gordon, A. D., Green, D. J. & Richmond, B. G. (2008). Strong postcranial size dimorphism in *Australopithecus afarensis*: results from two new resampling methods for multivariate data sets with missing data, *American journal of physical anthropology*, 135(3), 311-328.
43. Gray, P. B. (2013). Evolution and human sexuality. *American journal of physical anthropology*, 152(S57), 94-118.
44. Harmon, E. (2009). Size and shape variation in the proximal femur of *Australopithecus africanus*. *Journal of human evolution*, 56(6), 551-559.
45. Jasienska, G., Ziolkiewicz, A., Ellison, P. T., Lipson, S. F. & Thune, I. (2004). Large breasts and narrow waists indicate high reproductive potential in women, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(1545), 1213–1217.
46. Jurmain, R., Kilgore, L., Trevathan, W. & Ciochon, R. L. (2000). Introduction to physical anthropology, 284-431, Wadsworth.
47. Kappeler, P. M. (1991). Patterns of sexual dimorphism in body weight among prosimian primates. *Folia Primatologica*, 57,132–146.
48. King R. C., Stansfield W. D. & Mulligan P.K. (2006). A dictionary of genetics, 7th ed, Oxford University Press.
49. Krebs, J. R., Davies, N. B., & Parr, J. (1993). *An introduction to behavioural ecology*. Blackwell Scientific Publications.

50. Kuzawa, C. W. & Bragg, J. M. (2012). Plasticity in human life history strategy, *Current Anthropology*, 53(6), 369-382.
51. Larsen, C. S. (2003). Equality for the sexes in human evolution? Early hominid sexual dimorphism and implications for mating systems and social behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(16), 9103-9104.
52. Lieberman, D. E., Devlin, M. J. & Pearson, O. M. (2001). Articular area responses to mechanical loading: effects of exercise, age, and skeletal location, *American Journal of Physical Anthropology*, 116(4), 266-277.
53. Lieberman, D. E., Pilbeam, D. R. & Wood, B. A. (1988). A probabilistic approach to the problem of sexual dimorphism in *Homo habilis*: a comparison of KNM-ER 1470 and KNM-ER 1813, *Journal of Human Evolution*, 17(5), 503-511.
54. Lieberman, D. E., Wood, B. A. & Pilbeam, D. R. (1996). Homoplasy and early *Homo*: an analysis of the evolutionary relationships of *H. habilis sensu stricto* and *H. rudolfensis*, *Journal of Human Evolution*, 30(2), 97-120.
55. Lockwood, C. A. (1999). Sexual dimorphism in the face of *Australopithecus africanus*. *American Journal of Physical Anthropology*, 108(1), 97-127.
56. Lockwood, C. A., Menter, C. G., Moggi-Cecchi, J. & Keyser, A. W. (2007). Extended male growth in a fossil sample hominin species, *Science*, 318(5855), 1443-1446.
57. Lockwood, C. A., Richmond, B. G., Jungers, W. L. & Kimbel, W. H. (1996). Randomization procedures and sexual dimorphism in *Australopithecus afarensis*, *Journal of Human Evolution* 31(6), 537-548.
58. Lovejoy, O. (1969). *The great Chain of being. A Study of the History of an idea.* Cambridge: Harvard University Press. ISBN.
59. Lovejoy, C. O. (2009). Reexamining human origins in light of *Ardipithecus ramidus*, *Science*, 326(5949).
60. Low, B. S. (1979). Sexual selection and human ornamentation. In N. A. Chagnon, & W. Irons (Eds.), *Evolutionary biology and human social behavior: An anthropological perspective* (pp. 462-487). North Scituate, MA: Duxbury.
61. Low, B. S. (2015). *Why sex matters: A Darwinian look at human behavior*, Princeton University Press: Reino Unido.
62. Low, B. S., Alexander, R. D. & Noonan, K. M. (1987). Human hips, breasts and buttocks: Is fat deceptive? *Ethology and Sociobiology*, 8(4), 249-257.

- 63.
64. Marlowe, F. W. (1998). The nubility hypothesis: The human breast as an honest signal of residual reproductive value, *Human Nature*, 9(3), 263–271.
65. Marlowe, F. W. (2004). Mate preferences among Hadza hunter-gatherers, *Human nature*, 15(4), 365-376.
66. Mathers, K., & Henneberg, M. (1995). Were we ever that big? Gradual increase in hominid body size over time. *Homo*, 46(2), 141-173.
67. McHenry, H. M. (1992). Body size and proportions in early hominids, *American Journal of Physical Anthropology*, 87(4), 407-431.
68. McHenry, H. M. (1994). Behavioral ecological implications of early hominid body size. *Journal of Human Evolution*, 27(1-3), 77-87.
69. McKinney, M. L., & Lockwood, J. L. (1999). Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction, *Trends in ecology & evolution*, 14(11), 450-453.
70. McPherron, S. P., Alemseged, Z., Marean, C. W., Wynn, J. G., Reed, D., Geraads, D., Bobe, R. & Bérart, H. A. (2010). Evidence for stone-tool-assisted consumption of animal tissues before 3.39 million years ago at Dikika, Ethiopia, *Nature*, 466(7308), 857-860.
71. Merino, J., Torreblanca, C (2016). Animal Político, ¿Por qué crecieron homicidios en México en 2016? Ciudad de México, México. Animal Político: <http://www.animalpolitico.com/blogueros-salir-de-dudas/2016/08/04/crecieron-homicidios-mexico-2016/>
72. O'Connell, J. F., Hawkes, K. & Jones, N. B. (1999). Grandmothering and the evolution of *Homo erectus*, *Journal of Human Evolution*, 36(5), 461-485.
73. Pawlowski, B. & Jasienska, G. (2008). Women's body morphology and preferences for sexual partners' characteristics, *Evolution and Human Behavior*, 29(1), 19–25.
74. Pellegrini, A. D. & Smith, P. K. (1998). Physical activity play: The nature and function of a neglected aspect of playing, *Child Development*, 69(3), 577–598.
75. Pellegrini, A. D. (1995). A longitudinal study of boys' rough-and-tumble play and dominance during early adolescence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 16, 77–93.
76. Pinker, S. (2007). A history of violence. *New Republic*, 236(4809), 18.

77. Pinker, S. (2012). Los ángeles que llevamos dentro: el declive de la violencia y sus implicaciones, Paidós: España.
78. Plavcan J. M. (2011). Understanding dimorphism as a function of changes in male and female traits, *Evolutionary Anthropology*, 20(4), 143–155.
79. Plavcan, J. (2012). Body Size, Size Variation, and Sexual Size Dimorphism in Early Homo, *Current Anthropology*, 53(6), 409-423.
80. Plavcan, J. M. (1994). Comparison of four simple methods for estimating sexual dimorphism in fossils, *American Journal of Physical Anthropology*, 94(4), 465-476.
81. Plavcan, J. M. (2002). Taxonomic variation in the patterns of craniofacial dimorphism in primates, *Journal of Human Evolution*, 42(5), 579–608.
82. Plavcan, P. V (2001). Sexual dimorphism in primate evolution. *Yearbook of Physical Anthropology*, 116, 25–53.
83. Plyusnina, I. Z., Oskina, I. N., & Trut, L. N. (1991). An analysis of fear and aggression during early development of behaviour in silver foxes (*Vulpes vulpes*). *Applied Animal Behaviour Science*, 32(2-3), 253-268.
84. Pond, C. M. & Mattacks, C. A. (1987). The anatomy of adipose tissue in captive macaca monkeys and its implications for human biology, *Folia Primatologica*, 48, 164–185.
85. Pontzer, H. (2012). Ecological energetics in early Homo, *Current Anthropology*, 53(6), 346-358.
86. Puts, D. A. (2010). Beauty and the beast: Mechanisms of sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior*, 31(3), 157-175.
87. Ralls, K. (1976). Mammals in which females are larger than males, *Quarterly review of biology*, 51(2), 245-276.
88. Reno, P. L., McCollum, M. A., Meindl, R. S & Lovejoy, C. O. (2010). An enlarged postcranial sample confirms *Australopithecus afarensis* dimorphism was similar to modern humans. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365, 3355-3363.
89. Reno, P. L., Meindl, R. S., McCollum, A. M. & Lovejoy, C. O. (2003). Sexual dimorphism in *Australopithecus afarensis* was similar to that of modern humans, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 100(16) 9404–9409.

90. Rightmire, G. P., Van Arsdale, A. P. & Lordkipanidze, D. (2008). Variation in the mandibles from Dmanisi, Georgia, *Journal of Human evolution*, 54(6), 904-908.
91. Ruff, C. (2002). Variation in human body size and shape, *Annual Review of Anthropology*, 31, 211-232.
92. Russell, B. (1993). *The Quotable Bertrand Russell*.
93. Ryan, C., & Jethá, C. (2012). *En el principio era el sexo: Los orígenes de la sexualidad moderna. Cómo nos emparejamos y por qué nos separamos*. Grupo Planeta Spain.
94. Selander, R. K. (1966). Sexual dimorphism and differential niche utilization in birds, *The Condor*, 68(2), 113-151.
95. Semaw, S., Renne, P., Harris, J. W., Feibel, C. S., Bernor, R. L., Fesseha, N. & Mowbray, K. (1997). 2.5-million-year-old stone tools from Gona, *Nature*, Ethiopia.
96. Serling, T. E. (1992). Development of grasslands and savannas in East Africa during the Neogene, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 5(3), 241-247.
97. Shen, G., Gao, X., Gao, B. & Granger, D. E. (2009). Age of Zhoukoudian *Homo erectus* determined with <sup>26</sup>Al/<sup>10</sup>Be burial dating, *Nature*, 458(7235), 198-200.
98. Singh, D. & Young, R. K. (1995). Body weight, waist-to-hip ratio, breasts, and hips: Role in judgments of female attractiveness and desirability for relationships, *Ethology and Sociobiology*, 16(6), 483-507.
99. Skinner, M. M., Gordon, A. D. & Collard, N. J. (2006). Mandibular size and shape variation in the hominins at Dmanisi, Republic of Georgia, *Journal of Human Evolution*, 51(1), 36-49.
100. Smith, B. H. (1993). The physiological age of KNM-WT 15000. The Nariokotome *Homo erectus* skeleton, 195-220.
101. Smith, J. E., Swanson, E. M., Reed, D. & Holekamp, K. E. (2012). Evolution of cooperation among mammalian carnivores and its relevance to hominid evolution, *Current Anthropology*, 53(6), 436-452.
102. Smith, R. J. & Jungers, W. L. (1997). Body mass in comparative primatology, *Journal of Human Evolution*, 32(6), 523-559.
103. Sterck, E. H., Watts, D. P. & Van Schaik, C. P. (1997). The evolution of female social relationships in nonhuman primates, *Behavioral ecology and sociobiology*, 41(5), 291-309.

104. Swisher, C. C., Rink, W. J., Antón, S. C., Schwarcz, H. P., Curtis, G. H. & Widiasmoro, A. S. (1996). Latest *Homo erectus* of Java: potential contemporaneity with *Homo sapiens* in southeast Asia. *Science*, 274(5294), 1870-1874.
105. Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1996). The evolution of human sexuality. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(2), 98-102.
106. Trinkaus, E., Churchill, S. E. & Ruff, C. B. (1994). Postcranial robusticity in *Homo*. II: Humeral bilateral asymmetry and bone plasticity, *American journal of physical anthropology*, 93(1), 1-34.
107. Utami, S. A. & Van Hooff, J. (2004). Alternative male reproductive strategies: male bimaturism in orangutans, *Sexual selection in primates: new and comparative perspectives*, 196–207, Cambridge: Cambridge University Press.
108. Van Gerven, D. P. (1980). Sexual Dimorphism and Human Evolution: An Overview, *Journal of Human Evolution*, 9, 437-446.
109. Van Lawick-Goodall, J. (1968). The behaviour of free-living chimpanzees in the Gombe Stream Reserve, *Animal behaviour monographs*, 1(3).
110. Vernot, B., & Akey, J. M. (2014). Resurrecting surviving Neandertal lineages from modern human genomes. *Science*, 343(6174), 1017-1021.
111. Vlček, E. (1978). A new discovery of *Homo erectus* in Central Europe, *Journal of Human Evolution*, 7(3), 239-251.
112. Vrba, E. S. (1995). *Paleoclimate and evolution, with emphasis on human origins*, Yale University Press.
113. Wang, Z., Heo, M., Lee, R. C., Kotler, D. P., Withers, R. T. & Heymsfield, S. B. (2001). Muscularity in adult humans: proportion of adipose tissue-free body mass as skeletal muscle, *American Journal of Human Biology*, 13(5), 612–619.
114. Watson, N. V. & Kimura, D. (1991). Nontrivial sex differences in throwing and intercepting: Relation to psychometrically-defined spatial functions, *Personality and Individual Differences*, 12(5), 375-385.
115. Wells, J. C. K. (2012). The capital economy in hominin evolution: how adipose tissue and social relationships confer phenotypic flexibility and resilience in stochastic environments, *Current Anthropology*, 53(6), 466–478.

116. Wood, B., & Lonergan, N. (2008). The hominin fossil record: taxa, grades and clades. *Journal of Anatomy*, 212(4), 354-376.
117. Wrangham, R. W., & Peterson, D. (1996). *Demonic males: Apes and the origins of human violence*. Houghton Mifflin Harcourt.
118. Zuk, M. (2013). *Paleofantasy: What evolution really tells us about sex, diet, and how we live*. WW Norton & Company.