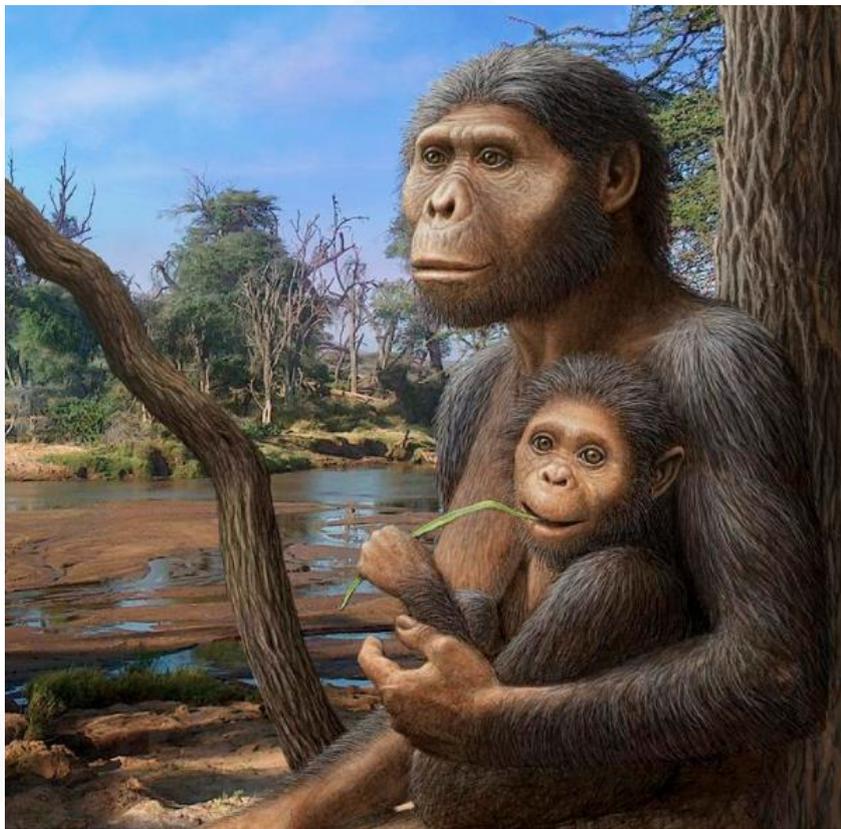


TRABAJO FIN DE GRADO

BIOLOGÍA

Anatomía de la pelvis en homínidos y su
implicación en el parto



Nadia Fernández Díaz

Departamento de Biología de Organismos y Sistemas

Julio/2021



UNIVERSIDAD DE OVIEDO
FACULTAD DE BIOLOGÍA



Resumen

Los miembros de la familia Hominidae (humanos y sus antepasados, denominados homínidos y grandes simios) presentan diferencias en la morfología de la pelvis influenciadas por el cambio a una locomoción bípeda en homínidos y el aumento del tamaño del cráneo en el género *Homo*. La pelvis de los homínidos primitivos era aplanada y ancha, similar a la que presentan orangutanes, chimpancés, bonobos y gorilas mientras que la pelvis de los humanos actuales es más redondeada. La morfología de este elemento esquelético juega un papel clave en las mujeres debido a su implicación en el parto. La forma de la pelvis primitiva restringía el paso de los bebés que cada vez presentaban un tamaño craneal mayor, de manera que se sucedieron cambios en la morfología, así como en el mecanismo del parto. Los partos en los grandes simios son más sencillos y no se ven tan limitados por el tamaño del cráneo de la cría. De esta manera el parto en las mujeres es un evento peligroso y pueden surgir complicaciones como la distocia de hombros que ponen en peligro la vida de la madre y el bebé. Para evitar estos riesgos se han desarrollado técnicas como la cesárea y la episiotomía, aunque el uso de ambas de manera rutinaria y sin necesidad real puede provocar más problemas que beneficios.

Abstract

Members of the Hominidae family (humans and their ancestors, referred as hominins and great apes) present differences in pelvic morphology influenced by changes in hominins' locomotion and the increase of cranial size in genus *Homo*. Primitive hominins' pelvis was flattened and broad, like those in orangutans, chimpanzees, bonobos, and gorillas, while the pelvis in modern humans is rounder. The morphology of this skeletal element plays an important role in women due to its implication in birth. Primitive pelvis form restricted the path of babies whose cranial size was increasing. Birth in great apes is easier and not as limited by the size of the offspring's head. Birth in women is a dangerous event and there can be complications such as shoulder dystocia that endangers the lives of both mother and baby. To avoid these risks techniques such as caesarean section and episiotomy have been developed, although the ordinary use of both and without a real danger can create more problems than benefits.

Declaración de originalidad

Doña Nadia Fernández Díaz con DNI 71775316K, declara que el siguiente Trabajo de Fin de Grado es original y que todas las fuentes están citadas correctamente. De no ser así, soy consciente de que, en acuerdo con la Normativa de la Universidad de Oviedo esto conllevará automáticamente una calificación numérica de cero y responsabilidades disciplinarias. Para que así conste lo firmo:

FERNANDEZ Firmado digitalmente
por FERNANDEZ DIAZ
DIAZ NADIA NADIA - 71775316K
Fecha: 2021.07.03
- 71775316K 22:16:45 +02'00'

Índice

1.	Introducción	1
1.1.	Clasificación taxonómica de la Familia Hominidae.....	2
1.2.	Objetivos	3
2.	Material y métodos.....	3
3.	Resultados y discusión	4
3.1	Anatomía comparada de la pelvis de homínidos.....	4
3.1.1	Morfología de la pelvis en chimpancés y bonobos	5
3.1.2	Morfología de la pelvis en gorilas	6
3.1.3	Morfología de la pelvis en orangutanes	6
3.1.4	Morfología de la pelvis en <i>Ardipithecus</i>	6
3.1.5	Morfología de la pelvis en <i>Australopithecus</i> y <i>Paranthropus</i>	7
3.1.6	Morfología de la pelvis en <i>Homo</i>	8
4.	Cambios morfológicos en la pelvis de la familia Hominidae en el proceso evolutivo.	12
5.	Comparativa del parto en la familia Hominidae	13
5.1	Parto en chimpancés y bonobos	15
5.2	Parto en gorilas.....	15
5.3	Parto en orangutanes	16
5.4	Parto en <i>Australopithecus</i>	16
5.5	Parto en <i>Homo</i>	17
6.	Dificultades en el parto en <i>Homo sapiens</i>	19
7.	Episiotomías y cesáreas.....	20
8.	Conclusiones	23
9.	Bibliografía	24

Imagen de la portada: Ilustración de una hembra de *Australopithecus afarensis* con su hijo.

Créditos: Mauricio Anton. **Fuente:** SciencePhotoLibrary

1. Introducción

Los miembros de la familia Hominidae (constituida por humanos, chimpancés, gorilas, orangutanes y los antepasados de estos) (Tabla 1) se caracterizan por tener cerebros relativamente grandes en comparación con su tamaño corporal, fases de vida prolongadas y complejos patrones de relaciones sociales (Malone, 2017). Por lo tanto, el término ‘homínidos’ sirve para denominar a todos los miembros de la familia Hominidae, mientras que el término ‘hominino’ será usado exclusivamente para referirnos a los representantes de la tribu Hominini que incluye a los humanos actuales y a los antepasados directos o laterales que no son antepasados de los chimpancés o bonobos (Cela Conde & Ayala, 2013).

Familia Hominidae (‘homínidos’)

Subfamilia Ponginae	Género <i>Pongo</i>	<i>Pongo pygmaeus</i> <i>Pongo albelii</i> <i>Pongo tapanuliensis</i>
Subfamilia Homininae (‘homininos’)		
Tribu Gorillini	Género <i>Gorilla</i>	<i>G. beringei beringei</i> <i>G. beringei graueri</i> <i>G. gorilla gorilla</i> <i>G. gorilla diehli</i>
Tribu Panini	Género <i>Pan</i>	<i>P. troglodytes troglodytes</i> <i>P. troglodytes schweinfurthii</i> <i>P. troglodytes ellioti</i> <i>P. troglodytes verus</i> <i>Pan paniscus</i>
Tribu Hominini	Género <i>Orrorin</i> Género <i>Sahelanthropus</i> Género <i>Ardipithecus</i> Género <i>Australopithecus</i> Género <i>Kenyanthropus</i> Género <i>Paranthropus</i> Género <i>Homo</i>	<i>Orrorin tugenensis</i> <i>Sahelanthropus tchadensis</i> <i>Ar. kadabba</i> <i>Ar. ramidus</i> <i>Au. anamensis</i> <i>Au. afarensis</i> <i>Au. bahrelghazali</i> <i>Au. africanus</i> <i>Au. garhi</i> <i>Au. sediba</i> <i>Au. deyiremeda</i> <i>K. platyops</i> <i>P. aethiopicus</i> <i>P. robustus</i> <i>P. boisei</i> <i>H. habilis</i> <i>H. rudolfensis</i> <i>H. erectus</i> <i>H. naledi</i> <i>H. floresiensis</i> <i>H. antecessor</i> <i>H. heidelbergensis</i> <i>H. rhodesiensis</i> <i>H. neanderthalensis</i> <i>H. sapiens</i>

Tabla 1. Clasificación de los humanos y simios superiores teniendo en cuenta los resultados obtenidos por técnicas de análisis moleculares. (De Manuel et al., 2016; Gonder et al., 2011; Groves, 2018; Prado-Martinez et al., 2013; Scally et al., 2012; Wood & Harrison, 2011)

1.1. Clasificación taxonómica de la Familia Hominidae

Tradicionalmente se consideraba que los géneros *Pan* y *Gorilla* estarían más relacionados entre sí que con el género *Homo*, y que, además, tanto los gorilas como los chimpancés serían más cercanos a los orangutanes, del género *Pongo* (Hall & Simpson, 1946). Esta clasificación se mantuvo hasta el avance de los análisis moleculares que parecieron demostrar que en realidad los taxones *Homo*, *Pan* y *Gorilla* habrían compartido un ancestro común muchos años después de la separación de los orangutanes del grupo. En este trabajo seguiremos la clasificación indicada en la Tabla 1.

En general, podemos decir que las relaciones dentro de la familia Hominidae son confusas. La inclusión de *Sahelanthropus*, *Orrorin* y *Ardipithecus* dentro de los homínidos se basan en características morfológicas, principalmente 3 (Wood & Harrison, 2011):

- La reducción del tamaño y un cambio en la morfología de los caninos, así como la pérdida completa o parcial del afilamiento del canino superior y el molar P3 inferior, lo que implicaría también una disminución del dimorfismo sexual.
- Localización y orientación de *foramen magnum*.
- Modificaciones en la anatomía de la pelvis y en otros elementos post-craneales que parecen apuntar a una mayor dependencia del bipedismo. Aunque en *Sahelanthropus* no se han encontrado restos post-craneales.

El género *Ardipithecus* se compone de dos especies halladas en el Middle Awash, Etiopía, *Ar. ramidus*, de 4,4 m.a de antigüedad (Lovejoy, 2009) y *Ar. kadabba* algo más primitivo. Según análisis filogenéticos (Mongle et al., 2019) *Ar. ramidus* sería un taxón hermano del resto de homínidos y descendiente de *Ar. kadabba*.

Originalmente dentro del género *Australopithecus* además de las 7 especies recogidas en la Tabla 1 se incluían una serie de fósiles conocidos como ‘australopithecinos robustos’ que acabaron por formar el género *Paranthropus*. Como se observa en la Tabla 1 en este género se reconocen 3 especies, aunque existe aún debate sobre si las características compartidas entre las 3 se deben a una monofilia o a homoplasias por evolución convergente (Wood & Schroer, 2017).

El género *Homo* también sufre un debate sobre el número de especies que engloba. Los miembros más primitivos aceptados en el género *Homo* serían *H. habilis*, *H. rudolfensis* y *H. erectus* (Dunsworth, 2010), las diferencias de estos ejemplares con otros homínidos contemporáneos se basan en el menor tamaño de dientes y mandíbulas, capacidad craneal mayor con un cráneo más redondeado, ausencia de crestas sagitales (tampoco presentes en *Paranthropus*) y bipedismo total, (Wolnei et al., 2015).

H. erectus es una especie problemática en la que originalmente se clasificaron numerosos ejemplares debido a una idea incorrecta de que el linaje de homínidos sería hipervariables y *Homo erectus* sería ‘la especie en el medio’ (Tattersall & Schwartz, 2009). No obstante, actualmente es común que se clasifiquen los fósiles en la zona oriental africana similares a esta especie como *H. ergaster* reservando *H. erectus* para el resto (Tattersall, 2013; Tattersall & Schwartz, 2009; Wood & Richmond, 2000), aunque para simplificar en este trabajo usaremos *H. erectus sensu lato*.

Se considera a *H. antecessor* como el último ancestro común entre los neandertales y los humanos actuales (Wood & Richmond, 2000). Ambos linajes habrían divergido en *H. heidelbergensis* y *H. rhodesiensis* que serían los ancestros respectivamente de *H. neanderthalensis* y *H. sapiens*. Aunque el estatus de *Homo heidelbergensis* como especie es discutido y algunos autores agrupan a los ejemplares identificados como *H. rhodesiensis* dentro de esta especie también (Stringer, 2012). Además, debemos destacar los recientes descubrimientos en Israel (Hershkovitz et al., 2021) y China (Ji et al., 2021) de restos de homínidos datados de 140-120 mil años y 148.000 respectivamente que podrían revolucionar el árbol evolutivo de la familia.

Antes de que aparecieran todas las especies tendría que haberse separado nuestro linaje de el de los grandes simios. Se piensa que los gorilas divergieron hace 8-19 m.a del linaje de los humanos y chimpancés y que estos últimos se habrían separado entre hace 7-13 m.a (Langergraber et al., 2012). Estos datos serían consistentes con las evidencias fósiles de homínidos cuya posición en la historia evolutiva humana no parece clara, como *Sahelanthropus tchadensis* (6-7 m.a) u *Orrorin tugenensis* (6 m.a). La divergencia de los orangutanes del resto de homínidos se estima que habría ocurrido aproximadamente durante el Mioceno medio o tardío hace 12 o 16 millones de años (Scally et al., 2012).

1.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es recopilar información sobre la anatomía de la pelvis en los homínidos para realizar una comparación entre las diferentes especies tanto actuales como fósiles y obtener una idea sobre la implicación de este elemento esquelético en el parto.

Otros objetivos secundarios del trabajo son analizar el mecanismo del parto tanto en nuestros ancestros como en los grandes simios, definir las principales dificultades y riesgos que presenta tanto en madres como en recién nacidos e investigar sobre prácticas médicas en el parto (episiotomías y cesáreas) y el impacto que tienen.

2. Material y métodos

Este trabajo es de carácter bibliográfico por lo que a la hora de realizarlo se leyeron libros y artículos relevantes sobre el tema recopilados de internet (en páginas como GoogleScholar,

ScienceDirect, o ResearchGate) o de consulta en bibliotecas. Para organizar esta información se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley y se dividió el trabajo en 3 secciones principales: Introducción (Puntos 1 y 2 del índice), Pelvis (Puntos 3 y 4) y Parto (Puntos 5, 6 y 7). Los principales términos de búsqueda usados para recopilar información fueron:

- Introducción: ‘primate’, ‘taxonomy’, ‘classification’, ‘divergence’, ‘hominin’,
- Pelvis: ‘anatomy’, ‘morphology’, ‘evolution’, ‘pelvic remains’, ‘locomotion’
- Parto: ‘hominin’, ‘obstetrics’, ‘birth’, ‘parturition’, ‘episiotomy’, ‘caesarean section’, ‘rates’

Como términos de búsqueda común en todos los apartados se usaron las palabras ‘Hominidae’ y todos los géneros que pertenecen a la familia para encontrar información específica.

3. Resultados y discusión

La información obtenida mediante la metodología anteriormente descrita se ha organizado en los siguientes apartados

3.1 Anatomía comparada de la pelvis de homínidos.

La pelvis es un conjunto de huesos que conecta el tronco con las extremidades inferiores cumpliendo un importante rol en el apoyo de numerosos órganos internos, la locomoción y el parto en hembras, está formada por dos huesos coxales que se articulan con el sacro por la parte posterior y al frente por la sínfisis púbica. Los huesos coxales (Imagen 1) en realidad están formados por el ilion, isquion y pubis los cuales se fusionan en la adolescencia. (Lewis et al., 2017).

Es evidente que existe una clara diferencia entre los chimpancés, gorilas y orangutanes y el resto de los homínidos: no son bípedos, esto se refleja en su pelvis y todo parece apuntar que la mayoría de las diferencias relacionadas con la actividad motora de la pelvis son observables en el ilion e isquion (Shapiro, 2017). Así, las pelvis cuadrúpedas tienen un ilion más lateral y que es paralelo a la columna vertebral, más corto y ancho y su mayor extensión se da en el plano anteroposterior, mientras que el isquion, por el contrario, está extendido dorsalmente. Para mejorar la estabilidad y el soporte de esta pelvis la articulación entre el ilion y el sacro es más ancha (Trevathan, 2015).

En los humanos el ilion es más corto y ancho y que presenta una marcada espina iliaca inferior, que es el punto de inserción del *rectus femoris*, un músculo clave en la bipedia (Shapiro, 2017).

Uno de los factores más importantes a la hora de encontrar diferencias en la pelvis de los homínidos es el sexo al que pertenecen. La

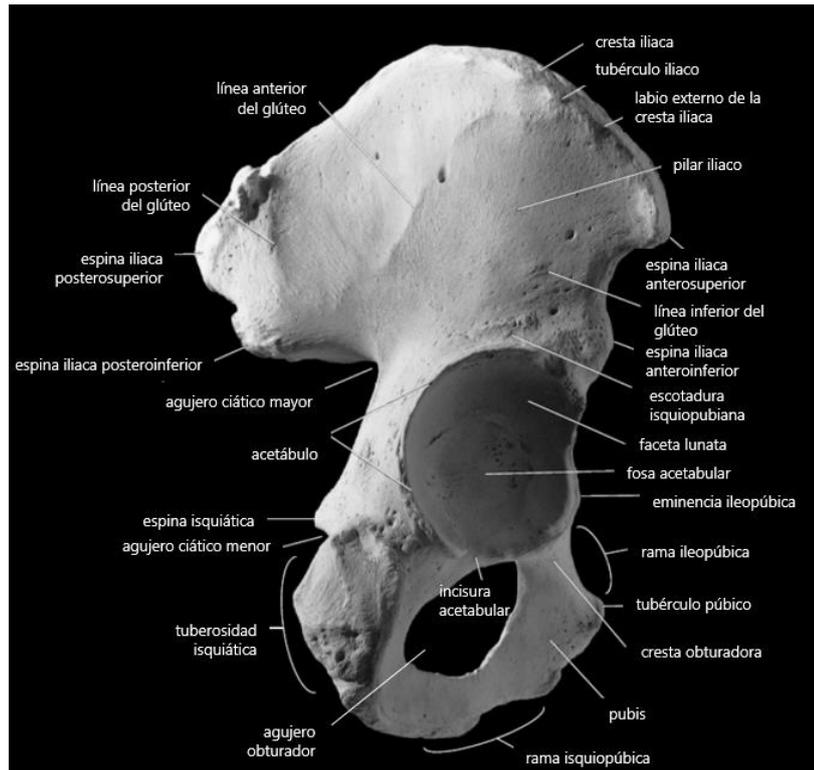


Imagen 1. Anatomía de un hueso coxal (White et al., 2012)

pelvis es uno de los huesos que más marcado dimorfismo sexual presentan al tener una función obstétrica que cumplir, los mayores afectados por estas variaciones son el isquion y el pubis (Shapiro, 2017). Es evidente también que el tamaño juega un papel importante, teniendo los gorilas pelvis mucho mayores en comparación al resto de homínidos, esto se manifiesta especialmente en la región iliaca, presentando los gorilas ya en la infancia una mayor anchura iliaca, cresta iliaca más curvada y escotadura ciática mayor más prominente (Williams & Orban, 2007), aunque esta variación no parece tener un origen funcional, sino más bien alométrico.

3.1.1 Morfología de la pelvis en chimpancés y bonobos

Las pelvis de *P. paniscus* y *P. troglodytes* son bastante similares en cuanto a su morfología (mucho más plana en comparación a la de nuestra especie y con las palas iliacas en una posición posterior, Imagen 2) y las principales diferencias se deben al tamaño, siendo la de los bonobos algo más pequeña y ligera, este detalle se puede observar principalmente en las anchuras iliaca y sacra (Zihlman & Cramer, 1978). Según McHenry & Corruccini la pelvis de los chimpancés parece ser más similar a la de los humanos actuales mientras que *P. paniscus* se acercaría a las pelvis fósiles como Sts-14 (*Au. africanus*), siendo los huesos más finos y estrechos y el pubis más corto. Si se comparan con los orangutanes se puede



Imagen 2. Vista anterior y superior de una pelvis de chimpancé (Hogervorst et al., 2009).

ver que ambos presentan prominentes espinas iliacas anterosuperiores (en las que se inserta el sartorio).

3.1.2 Morfología de la pelvis en gorilas

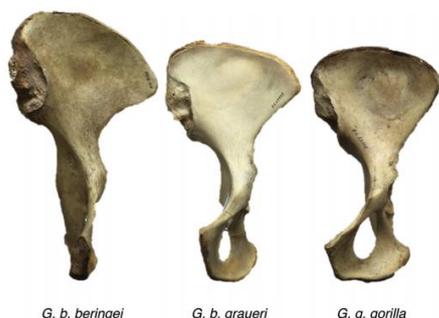


Imagen 3. Diferencias en la morfología de los coxales de 3 subespecies de gorila (Fatica et al., 2019).

Respecto a los gorilas además de presentar una pelvis de mayor tamaño el principal aspecto que destaca es la existencia de evidentes diferencias entre las especies y subespecies reconocidas con respecto a la forma de ilion (Imagen 3), lo cual es muy notable en *G. b. beringei* en el que la espina iliaca anterosuperior presenta una morfología única (Fatica et al., 2019). Se sospecha la posibilidad de que estas diferencias tengan repercusiones a nivel funcional.

3.1.3 Morfología de la pelvis en orangutanes

El detalle más destacado de la pelvis de los orangutanes es la existencia de un tubérculo hipertrofiado en la zona de la articulación ileopúbica (Imagen 4). Originalmente se pensaba que podría ser un homólogo del tubérculo púbico presente en los humanos y que sirve de inserción del ligamento inguinal. Sin embargo un estudio reciente (Shearer et al., 2019) parece haber demostrado que el tamaño y consistencia de la aparición de este

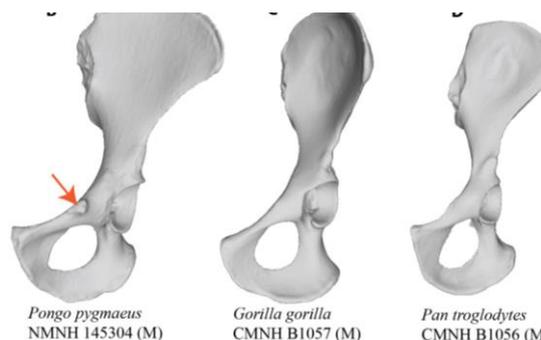


Imagen 4. Vista lateral de los coxales de orangután, chimpancé y gorila, con una flecha señalada se marca el tubérculo anterior que destaca en el coxal de *P. pygmaeus*. Modificación a partir de (Shearer et al., 2019)

tubérculo en todos los estadios de crecimiento del orangután es exclusivo del género *Pongo*. En otros homínidos la presencia es variable, y se puede presentar, pero con menos prominencia. Esto hace sospechar que podría ser un carácter surgido en un antepasado del linaje y que solo se fijó con éxito en los orangutanes. Las repercusiones funcionales no parecen claras ya que si esta hipertrofia estuviera relacionada con la vida arborea se deberían observar diferencias en el tamaño de este carácter entre las *G. beringei* y *G. gorilla* al ser ese último más arbóreo.

3.1.4 Morfología de la pelvis en *Ardipithecus*

Restos de la pelvis *Ardipithecus ramidus* encontrados en el Middle Awash y que forman parte del esqueleto casi completo hallado de esta especie (AR-VP-6/500) permite reconstruir un modelo que muestra una pelvis con características transicionales. Morfológicamente presenta un ilion ancho similar al de otros homínidos de la época y que permite la relocalización de los glúteos

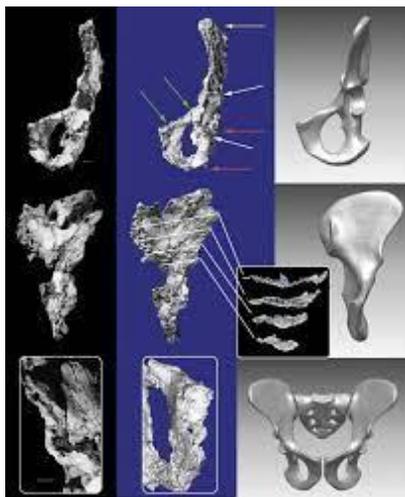


Imagen 5. Reconstrucción de la pelvis de *A. ramidus* (Lovejoy et al., 2009).



Imagen 6. Vista anterior y superior de la pelvis de *Au. afarensis* (Hogervorst et al., 2009).

Sts-14 es una pelvis parcial que se atribuye a la especie *Au. africanus* (Imagen 7) con una datación de unos 2'5 m.a y que es la base de la mayoría de los trabajos sobre la morfología pélvica de esta especie, aunque existen otros restos óseos que permiten obtener una visión más completa. Una de las reconstrucciones de Sts-14 más recientes fue llevada a cabo por Berge & Goularas en 2010 indica que sigue las tendencias encontradas en otras especies del género: una curvatura de la cresta iliaca menos desarrollada que en *Homo*, espina iliaca anterosuperior



Imagen 7. Reconstrucción de la pelvis de *Au. africanus*, vista anterior (Berge & Goularas., 2010).

anteriores (relacionado con una locomoción bípeda). El isquion, sin embargo, presenta características más simiescas con una rama isquial sustancialmente más alargada que en *Australopithecus*. La sínfisis púbica es similar a las encontradas en *Homo* y *Au. afarensis* (Lovejoy et al., 2009).

3.1.5 Morfología de la pelvis en *Australopithecus* y *Paranthropus*

En cuanto a *Au. afarensis* los restos pélvicos más famosos corresponden a AL-288-1, del esqueleto conocido como 'Lucy' (Imagen 6). Al igual que en el caso anterior, la pelvis presenta una mezcla de características antiguas y modernas, siendo el ilion más ensanchado y corto, mientras el isquion y el pubis son más similares a lo que podríamos esperar del último ancestro común de chimpancés y humanos (Lovejoy, 2005).

Para facilitar la comprensión del trabajo en la Tabla 2 se incluye un resumen que relaciona las iniciales de los distintos restos pélvicos con la especie a la que pertenecen.

FÓSIL	ESPECIE
AR-VP-6/500	<i>Ar. ramidus</i>
AL-288-1	<i>Au. afarensis</i>
STS-14	<i>Au. africanus</i>
SK50	<i>Paranthropus</i>
LB1	<i>H. floresiensis</i>
KNM-WT-15000	<i>H. erectus</i>
KNM-ER 3228	
KNM-ER 1808	
BSN49/P27	
OH28	
SH-1	<i>H. heidelbergensis</i>
ARAGO XLIV	
KEBARA-2	<i>H. neanderthalensis</i>
TABUN 1	
OMO-KIBISH I	<i>H. sapiens</i>
SKHUL IV	

Tabla 2. Relación de siglas de restos pélvicos con la especie a la que pertenecen. Fuente: elaboración propia

picuda, superficies auriculares pequeñas...

Algunas diferencias que se presentan con relación al ejemplar AL-288-1 de *Au. afarensis* sería la anchura a la altura de las crestas iliacas (siendo Sts-14 más estrecha,

aunque puede deberse a las reconstrucciones de ambas pelvis) y si se compara con las pelvis de los humanos modernos se puede ver que las alas ilíacas se encuentran más inclinadas lateralmente. El ilion y el sacro son más pequeños que los actuales y el ángulo de posición es menos inclinado.

Australopithecus sediba es una especie cuyos restos han sido hallados recientemente en una cueva en Sudáfrica y datados en unos 1'98 m.a. Lo interesante de esta especie es que a pesar de que su pelvis (Imagen 8) conserva una morfología en general típica de su género, presenta



Imagen 8. Pelvis MH1 (izquierda) y MH2 (derecha) de *Au. sediba* comparadas con STS-14 de *Au. africanus* (centro), vista anterior y superior (Kibii et al., 2011).

características derivadas propias de homínidos más recientes. En la Tabla 3 basada en Kibii et al., (2011) se presentan algunas de las características más interesantes que presentan los restos pélvicos asociados a esta especie y su relación con otros homínidos:

Más cercano a <i>Australopithecus</i>	Intermedio	Más cercano a <i>Homo</i>
Longitud del pubis	Orientación más sagital de las alas ilíacas	Mayor tamaño del ilion posterior
Tamaño de las articulaciones sacra y acetabular	Curvatura de las crestas ilíacas	Pronunciada curvatura del sacro en el plano sagital
Eminencia iliopúbica poco desarrollada		Posición más superior de la rama púbica superior
Posición del tubérculo púbico		Isquion acortado
Anchura de las alas sacras		Sínfisis púbica más rectangular
Poco dimorfismo sexual		Pelvis más ginecoide

Tabla 3. Resumen de las características de los restos pélvicos de *Au. sediba*. (Realización propia basado en Kibii et al., 2011)

En cuanto a *Paranthropus* no existen muchos restos post-craneales, se podría destacar SK50 que fue descrito el siglo pasado y es un conjunto de fragmentos pélvicos, principalmente del ilion e isquion, ya que el pubis no se conserva. En general presenta una morfología similar a *Australopithecus* por lo que no han sido restos claves a la hora de estudiar la evolución de la pelvis humana (Wall-Scheffler et al., 2020).

3.1.6 Morfología de la pelvis en *Homo*

Los restos más antiguos de pelvis pertenecientes al género *Homo* han sido clasificados dentro de la especie *Homo erectus*, no teniendo restos de los representantes más primitivos del género, *H. habilis* y *H. rudolfensis*. La problemática de la taxonomía de *H. erectus* dificulta la atribución de restos pélvicos a esta especie, por ejemplo, la conocida como 'Pelvis de Gona' o BSN49/P27 constituye el ejemplar más completo de una pelvis atribuida a una especie de *Homo* antes de la

pelvis hallada en Atapuerca, Sima de los Huesos 1, con una datación entre 1'4 y 0'9 millones de años. Aunque existe un debate abierto sobre su afinidad, en este trabajo aceptaremos la atribución original a *H. erectus*.

BSN49/P27 (Imagen 9) incluye restos de ambos coxales y el sacro completo de una mujer (Simpson et al., 2008), se trata de una pelvis ancha, con ilion acampanado, pilares iliacos anteriormente posicionadas, una rama púbica larga y una escotadura ciática más ancha.

Otros restos pélvicos atribuidos a *H. erectus* se citan en la Tabla 2, de los cuales KNM-WT 15000 es el más completo. El problema reside en que se trata de una pelvis probablemente masculina y juvenil, (Wall-Scheffler et al., 2020) lo que dificulta su comparación con otras pelvis debido a

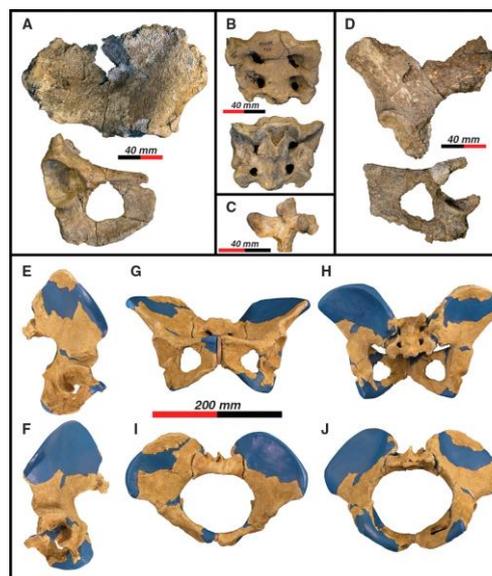


Imagen 9. Restos de la pelvis de Gona y reconstrucción (Simpson et al., 2008).

que el conocimiento que tenemos del desarrollo morfológico de *H. erectus* es bastante limitado. Estas pelvis comparten numerosas características con la Pelvis de Gona como un ilion ensanchado lateralmente, sínfisis púbicas estrechas y altas, superficies auriculares pequeñas y pilares iliacos situados anteriormente (Simpson et al., 2008).

Si se comparan por tanto las características pélvicas atribuidas a *H. erectus* con otras especies del género y los australopitecos se puede ver que poseen un mosaico de características entre ambos. Rasgos que los acercan a ejemplares de *Homo* posteriores serían, por ejemplo, las dimensiones del canal pélvico o la forma de la espina anterosuperior iliaca.

En cuanto a *H. heidelbergensis* se presentan principalmente dos conjuntos de restos pélvicos: Arago XLIV, previamente clasificado como *H. erectus* por algunos autores, aunque parece haber poca discusión sobre su taxonomía actual (Wood & K. Boyle, 2016), hallado en los Pirineos franceses y SH-1 perteneciente a la Sima de los Huesos (Imagen 10). Ambos tienen una datación similar, unos 350 y 430 mil años, respectivamente (Wall-Scheffler et al., 2020).



Imagen 10. Restos pélvicos hallados en la Sima de los Huesos y vértebra lumbar (Bonmatí et al., 2010).

Arago XLIV carece del hueso púbico y de la porción inferior del isquion, pero presenta una morfología consistente con la de otros homínidos encontrados hasta ahora presentando pilares iliacos robustos, acetábulo grande, una espina iliaca anterosuperior orientada anteriormente y una superficie auricular pequeña y orientada oblicuamente. Los rasgos de SH-1 también son

consistentes con éstos, tratándose de una pelvis robusta y ancha con una rama púbica superior larga, un marcado ensanchamiento ilíaco, espinas anterosuperiores desviadas y un isquion largo (Arsuaga & Lorenzo, 1999).

H. neanderthalensis es quizás la especie de la que más restos se conservan además de la nuestra propia. Se han encontrado numerosos fragmentos pélvicos a lo largo de toda Europa y Asia que nos permiten identificar las diferencias entre la pelvis de *H. sapiens* y los neandertales. En general se acepta que la pelvis neandertal muestra una morfología más primitiva si se compara con la actual, presentando una rama púbica larga y dirigida sagitalmente, coxales rotados más externamente, mayor anchura iliaca, una espina anterosuperior iliaca orientada más anteriormente y grandes pilares iliacos (Gruss & Schmitt, 2015; Wall-Scheffler et al., 2020).

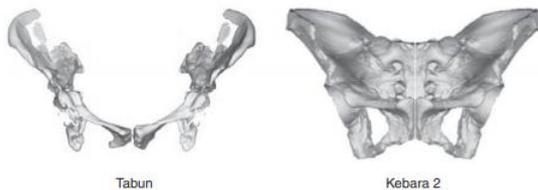


Imagen 11. Restos pélvicos de *H. neanderthalensis* (Wall-Scheffler et al., 2020).

Un detalle interesante que surgió de las reconstrucciones del modelo del parto en *H. neanderthalensis* (Weaver & Hublin, 2009) es que tal vez los patrones de dimorfismo sexual que seguía la especie en su pelvis no fueran los mismos que siguen los humanos actuales.

Parece ser que para ampliar el canal del parto las hembras de neandertales tendrían un pubis orientado más coronalmente, mientras que en *H. sapiens* se mantiene la orientación, pero en las hembras el hueso púbico es más largo. El objetivo de ambos cambios es aumentar la dimensión transversal del canal del parto. Esto sería consistente con las comparaciones entre pelvis neandertales machos y hembras que no muestran diferencias entre la longitud del pubis.

La especie *H. naledi* ha sido descrita basándose en los restos hallados en la cueva Rising Star, en Sudáfrica y aunque los restos de la pelvis que se han encontrado están altamente fragmentados (Imagen 12), sobre todo el ilion y el isquion, se ha podido llevar a cabo una descripción de la morfología pélvica de la especie. Parece ser que la pelvis de *H. naledi* presentaría un mosaico de características primitivas y otras más típicas de *Homo* (Tabla 4) que no se

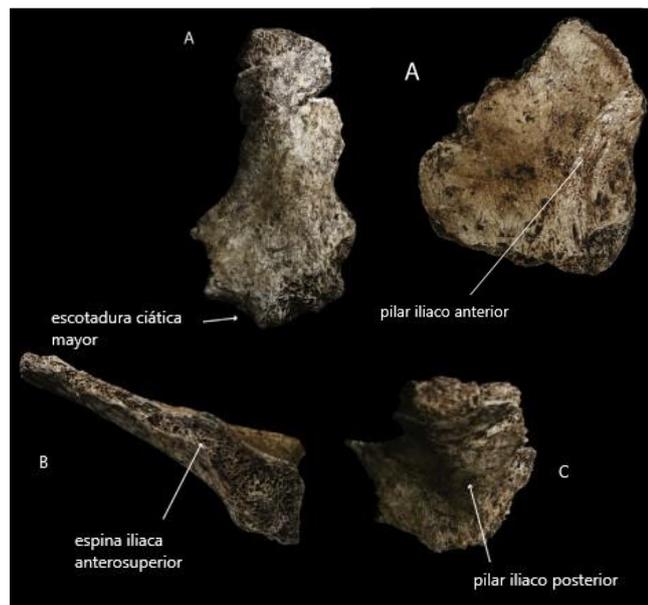


Imagen 12. Restos del fémur derecho de *H. naledi*, (A) vista externa, (B) vista anterior, (C) vista lateral, con algunas estructuras señaladas. (Modificación propia basado en VanSickle et al., 2018)

encuentran en ninguna otra especie, con un ilion parecido a algunas especies de *Australopithecus* (pero no a todas) y un isquion y pubis más similar a su propio género y *Au. sediba* (VanSickle et al., 2018), que como ya dijimos presenta por sí mismo una morfología pélvica curiosa.

Característica	Morfología en <i>H. naledi</i>	Especies con morfología similar
Ensanchamiento lateral iliaco	Muy acampanado	<i>Au. afarensis</i> , <i>Au. africanus</i> , <i>P. robustus</i>
Posición de los pilares iliacos	Anterior	<i>Au. afarensis</i> , <i>Au. africanus</i> , <i>P. robustus</i> , <i>Au. sediba</i>
Pilar iliaco posterior o anterior	Variante entre los restos encontrados	Pilar iliaco posterior común en <i>Homo</i> , anterior en <i>Australopithecus</i>
Longitud de la ceja acetabulosacral	Corta	<i>Homo</i>
Surco tuberoacetabular	Corto	<i>Au. sediba</i> , género <i>Homo</i>
Anchura de la rama superior púbica	Ancha	Algunos <i>Au. africanus</i> <i>Au. sediba</i> y <i>Homo</i>
Cresta obturadora	Prominente	<i>Homo</i>

Tabla 4. Resumen de las características pélvicas de *H. naledi* y las especies a las que presentan más afinidad. (Realización propia basado en VanSickle et al., 2018)

El descubrimiento de *H. floresiensis* ha sido motivo de debate constante al complicar la taxonomía e historia de la familia. Actualmente los análisis filogenéticos parecen admitir que es o un taxón hermano de *H. habilis* o un taxón en la base del género *Homo* (Argue et al., 2017). Los restos pélvicos, que pertenecen al esqueleto LB1 (Imagen 13) han sido datados alrededor de 0'19 y 0'05 m.a y presentan un interesante mosaico de características derivadas y primitivas:



Imagen 13. Coxales derecho (a) e izquierdo (b) de *H. floresiensis* (Jungers et al., 2009).

- Similares a *Australopithecus*: coxales pequeños y alas iliacas ensanchadas, pilares iliacos poco desarrollados y situados anteriormente (Churchill & Vansickle, 2017).
- Morfología de homínidos más posteriores: porción superior de la superficie acetabular es más ancha y el isquion es relativamente corto (Jungers et al., 2009; Wall-Scheffler et al., 2020).

Aunque los restos más antiguos considerados como pertenecientes a *H. sapiens* son los de Jebel Irhoud datados en 300.000 años, en ellos el único resto pélvico encontrado es un fragmento de un isquion inmaduro (Hublin et al., 2017). Sin embargo, Omo-Kibish I es un esqueleto bastante completo de 195.000 años de edad (Hammond et al., 2017) del que se descubrieron en 2001 restos pélvicos. Se conserva la mayor parte del isquion, ilion anterior y una pequeña porción del pubis

(aunque la rama pública no se conserva). Algunas similitudes que presenta esta pelvis con la de los humanos modernos (Imagen 14) son el grosor del tubérculo iliaco, la orientación y anchura de las alas iliacas, la longitud relativa del ilion, proporciones de la escotadura ciática y geometría sacroilíaca (Hammond et al., 2017). No obstante, hay debates abiertos sobre estos restos pélvicos en relación con el sexo del individuo.



Imagen 14. Vista anterior de una pelvis de humano moderno (Hogervorst et al., 2009).

También se pueden destacar los restos pélvicos hallados en los yacimientos de Qazfeh y Skhul que presentan una morfología similar y anatomicamente moderna, si se comparan Omo I y Skhul IV se puede ver que esta última presenta un tubérculo iliaco menor y un ilion más corto aunque el tamaño general es similar (Wall-Scheffler et al., 2020).

4. Cambios morfológicos en la pelvis de la familia Hominidae en el proceso evolutivo.

La evolución hacia una pelvis que permitiera una locomoción bípeda a partir de una cuadrúpeda implicaría según al menos los siguientes cambios según Williams & Orban, 2007:

- Acortamiento del ilion
- Aumento de tamaño del acetábulo y cambio a una posición superior al isquion
- Alargamiento, especialmente de la parte superior, del pubis
- Ensanchamiento y acortamiento del sacro al mismo tiempo que se producía una curvatura hacia la parte posterior
- Expansión de la espina anterosuperior iliaca

Este paso de la locomoción cuadrúpeda a bípeda puede presentarse en dos modelos evolutivos teniendo en cuenta las características morfológicas distintivas entre *Australopithecus* y otros homínidos antiguos y *Homo*:

1. Los *Australopithecus* se convierten en bípedos funcionales que retienen características relacionadas con la vida arbórea que provocan un *trade-off* en cuanto a la evolución de la pelvis presentando una manera de caminar menos efectiva. Con la aparición del género *Homo* se relaj  esta restricción arbórea y el bipedismo se vuelve más efectivo.
2. Las diferencias morfológicas en las pelvis de *Australopithecus* y *Homo* se deben a cambios obstétricos, el bipedismo entre ambos géneros sería similar y el crecimiento en el tamaño cerebral (que aumenta el diámetro de la cabeza de los recién nacidos y obliga a mayores dificultades en el parto) favorece la aparición progresiva de un canal del parto más ancho y cambios en la pelvis.

No obstante, se estima que hace 3 m.a ya se habían sufrido todas las transformaciones necesarias para adaptarse al bipedismo, y por tanto *Australopithecus afarensis* ya presentaba una marcha igual a la nuestra (Lovejoy, 2005). Por lo que el segundo modelo parece más lógico.

Las evidencias parecen apuntar a que la evolución del bipedismo en nuestros antepasados habría provocado la aparición de una pelvis platipeloide (siguiendo la clasificación de Caldwell & Moloy (1933)), es decir con apariencia aplanada y ancha. Este tipo de pelvis no presentaba ventajas a la hora del parto y, por tanto, durante el Pleistoceno se sucedieron más cambios relacionados con la función obstétrica.

El interés especial que existe en los restos de *Au. sediba* se debe en parte a que representan ejemplares de pequeño tamaño craneoencefálico que sin embargo poseen características más derivadas en su pelvis (Kibii et al., 2011). Estas características implicarían que al menos en este linaje de homínidos (que no sabemos si está directamente relacionado con la posterior aparición del género *Homo*) los cambios en la pelvis preceden al crecimiento del cerebro. No obstante, no se debe descartar la posibilidad de que estas características sean un ejemplo de evolución convergente.

En general se acepta que la condición primitiva de la pelvis de la familia Hominidae presenta huesos púbicos largos y estrechos (mientras que en *H. sapiens* son robustos, anchos y cortos), un canal pélvico más platipeloide (Bonmatí et al., 2010), un marcado ensanchamiento iliaco (Arsuaga & Lorenzo, 1999)

En cuanto a los grandes simios, se considera generalmente a los orangutanes como braquiadores, mientras que los gorilas y chimpancés serían cuadrúpedos o braquiadores modificados, estas diferencias en la locomoción evidentemente afectan a la forma de la pelvis. Según algunos estudios parecería ser que en los cuadrúpedos y bípedos existe una presión selectiva que trata de disminuir la distancia entre las articulaciones sacroilíaca y de la cadera, mientras que esta presión en los orangutanes no estaría presente (Leutenegger, 1974).

5. Comparativa del parto en la familia Hominidae

A la hora de comparar el parto entre los homínidos fósiles y actuales nos enfrentamos al evidente reto de que la información se ve limitada por la cantidad de restos pélvicos y la interpretación de los expertos a la hora de reconstruir las pelvis. Además, tenemos un segundo nivel de complejidad, y es que la mayoría de los partos en simios superiores son eventos que han ocurrido en cautividad y el comportamiento de estos animales puede encontrarse alterado. Aunque sí se han realizado estudios sobre el comportamiento en espacios salvajes de estos animales y hay descripciones de partos los datos son limitados, según expertos (Galdikas, 1982) los principales problemas a la hora de obtener este tipo de información son:

- Las poblaciones salvajes de simios tienen un tamaño pequeño y el parto en estos animales no es un evento común, como los periodos de gestación son relativamente largos (8+ meses, similar al de humanos) estudios típicos con una duración de 1-2 años pueden perfectamente no coincidir con ninguna hembra embarazada a punto de dar a luz
- El parto en estos animales es normalmente corto, difícil de detectar en algunos casos. Por ejemplo, es común dar a luz en nidos en lo alto de los árboles, lo que dificulta la visibilidad. Además, en ocasiones es difícil reconocer un embarazo en las hembras
- Frecuentemente se da a luz durante la noche, de manera que la visibilidad del evento es menor e implica un seguimiento intenso del animal

Otro detalle importante que clásicamente ha diferenciado los partos entre los simios y los humanos es la posición del feto al ser alumbrado. En los nacimientos de chimpancés, bonobos, gorilas y orangutanes, la cabeza del recién nacido emerge con la cara orientada hacia la parte anterior de la madre (Imagen 15), ya que no ha habido ninguna rotación significativa durante el paso por el canal del parto. Gracias a esta posición la madre puede fácilmente coger a la cría y ayudar en el alumbramiento. Sin embargo, en los humanos debido a las constricciones de la pelvis el feto nace con la cara orientada hacia la espalda materna (posición occipital anterior). De esta manera, en los humanos el momento del parto necesariamente implica que se ayude a la madre.

La visión tradicional proponía que existían 3 puntos clave en los que los partos humanos diferían de los del resto de primates (Trevathan, 2015):

- Prácticamente todos los recién nacidos rotan durante el paso por el canal del parto mientras que el nacimiento en el resto de los primates es no rotacional
- La dirección del nacimiento en humanos es occipital anterior en contraposición al resto de primates que nacen occipital posterior (Imagen 15)
- Los partos en otros primates suelen ocurrir en aislamiento y sin asistencia

No obstante, en algunos estudios (Hirata et al., 2011; Walrath, 2003) se han observado casos de partos de chimpancés en los que la cría era expulsada en posición occipital anterior, contradiciendo la visión tradicional, en estos casos tampoco se requirió la asistencia de otros individuos en el parto. De la misma manera se estima que en un 8% de los casos, los bebés nacen en posición occipital posterior (Cheng et al., 2006), provocando complicaciones en el parto

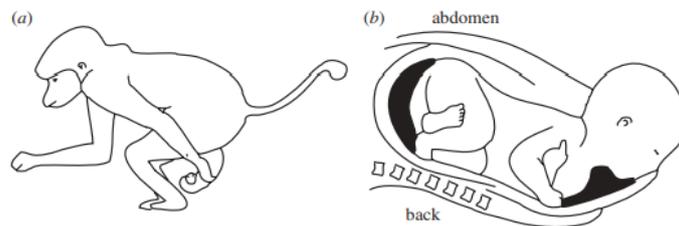


Imagen 15. Esquemática de la salida del recién nacido. En los simios (a) la parte occipital se encuentra hacia la parte posterior, es decir la cría nace mirando a la madre. Mientras que en los humanos (b) la orientación es occipital anterior. Fuente: (Hirata et al., 2011)

Los bebés humanos nacen en esta posición occipital anterior al sufrir una serie de rotaciones durante el paso por el canal del parto para adaptarse a las dimensiones de la cavidad. En el interior de la pelvis la dimensión más ancha es la transversal, mientras que en el exterior es la sagital de manera que se debe dar un giro en el medio. Además, como la pelvis bípeda está comprimida con el sacro enfrentado a la sínfisis púbica el recién nacido debe superar ambas protuberancias al mismo tiempo (Schultz, 1949; Trevathan, 2015).

Por el contrario, la pelvis de los simios superiores es más paralela, y tanto en el interior como en el exterior la mayor dimensión se puede trazar en dirección anteroposterior (Trevathan, 2015). Además, las dimensiones de la pelvis en el resto de los homínidos están mucho menor ajustadas a las de la cabeza del recién nacido, facilitando el parto.

5.1 Parto en chimpancés y bonobos

El parto en los chimpancés según las estimaciones se produce tras una gestación de entre 202 y 261 días, en este periodo los animales no cambian su comportamiento salvo en los días antes del parto que se evita al resto del grupo. El evento del parto en sí suele ocurrir en lo alto de los árboles y a veces en compañía de otros miembros del grupo social, los cuales no participan. Una descripción de un parto de una hembra de *Pan troglodytes schweinfurthii* por Goodall & Athumani, (1980) indica que antes de dar a luz la hembra parece comprobar por sí misma el estado de dilatación y que cuando la cabeza comienza a salir la propia madre sujeta la cabeza al doblarse y empujar. El cordón umbilical fue retirado por la hembra que tiró de él y consumió parte junto con la placenta.

De manera similar la descripción de un parto en los bonobos (Douglas, 2014) sugiere que no existen muchas diferencias entre ambas especies. Podemos destacar en el caso de *P. paniscus* la presencia de otras hembras (con sus crías) en nidos cercanos al de la hembra que estaba dando a luz, llegando en algún momento a situarse en la periferia del nido de la parturienta, pero sin intervenir directamente. También resulta interesante que la madre consumió la placenta compartiéndola con las hembras acompañantes. Otros estudios (Demuru et al., 2018) apoyan la idea de que el parto en estas especies no es necesariamente un evento solitario y que las hembras acompañantes cumplen un rol de protección, ayuda emocional, apoyo... similar al que pueda haber en un parto humano.

5.2 Parto en gorilas

El parto en los gorilas parece ser un evento más grupal, aunque no hay intervención de otros individuos en el acto. En un artículo se describe el parto de una hembra multípara, Marchessa (Stewart, 1977). Durante el embarazo no se produjo ningún cambio ni en la apariencia ni comportamiento del animal, y las horas previas al alumbramiento tampoco parecieron suscitar

cambios en el grupo. El parto duró unos 18 minutos y uno de los machos juveniles parecía estar interesado en el evento. El resto del grupo se acercó una vez finalizado el nacimiento. Al igual que en los chimpancés, durante el parto la madre se tocó varias veces la región genital para comprobar el estado y emitió gruñidos que parecían indicar que estaba haciendo fuerza para empujar. En este caso no parece claro que la madre ayudara a alumbrar a la cría sujetando la cabeza, pero sí que mantuvo las manos cerca de la vagina para sujetar al recién nacido (en el caso de nacimientos en cautividad se han reportado ambos). No parece haber ocurrido placentofagia.

5.3 Parto en orangutanes

El embarazo en los orangutanes duran unos 227-301 días durante los cuales las hembras parecen mostrar genitales hinchados. Dos partos descritos en estado salvaje (Galdikas, 1982) muestran diferencias en el comportamiento pre-parto de hembras primíparas y multíparas. En la madre primeriza se produjeron cambios en el comportamiento antes del parto, reduciendo la actividad física, aumentando la construcción de nidos durante el día, el consumo de agua y termitas, después del parto no hubo signos de consumo de la placenta. Por el contrario, en la otra hembra no hubo cambios notables en el comportamiento, aunque sí cierto consumo de termitas. Tras el parto cuando se observó a la cría todavía parecía estar dentro la placenta y había fluidos siendo expulsados vaginalmente, la placenta fue posteriormente consumida, aunque no el cordón umbilical.

Hubo diferencias en el contacto social que tuvieron ambos orangutanes con otros miembros de la especie, mientras que la más joven sí que mantuvo el contacto con otros individuos viajando con ellos tanto pre- como post-parto incluso durante casi una semana. La más veterana apenas tuvo interacciones sociales; estas diferencias podrían ser explicadas por la edad de ambas ya que en los juveniles es más común que exista contacto social. Aunque los orangutanes son animales solitarios se pueden ver ocasionalmente grupos de hembras que viajan juntas con su descendencia aún no madura. En cuanto a las similitudes observadas, aumentó el consumo de proteína animal, el parto fue en un nido arbóreo y el cordón umbilical se desenganchó espontáneamente de las crías durante la noche.

5.4 Parto en *Australopithecus*

Aunque sí que existen restos pélvicos de *Ardipithecus* no se ha realizado ninguna investigación sobre el mecanismo del parto en este género (Nowell & Kurki, 2020). *Orrorin tugenensis* y *Sahelanthropus tchadensis* no se presentan restos pélvicos, por lo que los homínidos más antiguos a considerar en cuanto a la obstétrica serán los australopitecos.

El principal dilema sobre el nacimiento en *Australopithecus* es si ya existía el mecanismo del parto rotacional que actualmente se presenta en *H. sapiens* o si la aparición de este es más reciente.

En los humanos modernos debido a que el plano medio de la pelvis tiene una forma diferente a la del plano interno la cabeza del recién nacido rota al producirse su alumbramiento, mientras que las propuestas que se han hecho sobre el mecanismo del parto en *Australopithecus* varían desde no ser rotacional y más similar al de otros simios, rotacional como en los humanos; y rotacional, pero con un mecanismo distinto (Rosenberg, 1992).

La reconstrucción del parto más reciente en *Au. afarensis* fue propuesta por DeSilva et al., (2017), aunque existe una amplia literatura respecto al tema debido a las diferentes reconstrucciones de los restos pélvicos. Según esta propuesta la cabeza entra transversalmente por la parte interna de la pelvis (prácticamente todas las reconstrucciones coinciden en este punto), continuando de esta manera hasta alcanzar el plano medio, momento en que los hombros del recién nacido alcanzarían la entrada. Si el nacimiento procediera sin ningún tipo de rotación se corre el riesgo de sufrir distocia de hombros ya que las dimensiones de los hombros estimadas son mayores que las de la pelvis, incluso asumiendo una compresión de los hombros y relajación de los ligamentos pélvicos. Por el contrario, sí se produce una pequeña rotación colocándose el feto en posición oblicua que se mantiene el resto del parto.

Este mecanismo implicaría que la rotación fetal que ocurre en *H. sapiens* habría ocurrido en dos pasos: una primera semi-rotación que buscaba acomodar los hombros del recién nacido (que aparecería en *Australopithecus* o antes) seguida de una nueva rotación al producirse el aumento de la capacidad craneal de los homínidos, de aparición inexacta aún, (DeSilva et al., 2017).

El nacimiento ocurriría de manera similar en *Au. africanus*, una reconstrucción basada en las dimensiones de Sts 14 (Berge & Goullaras, 2010) sugiere que la entrada del feto en la cavidad del parto es transversal y por acción de las contracciones uterinas y musculares de la madre se produce una rotación de la cabeza del feto quedando en sentido oblicuo.

En el caso de *Au. sediba* las reconstrucciones de estimación de la capacidad craneal del neonato indican que tendría una entrada en dirección transversal en el plano interno de la pelvis (al igual que el resto de *Australopithecus*) y continuaría así durante toda la salida ya que las estimaciones sobre las dimensiones de la pelvis y el cráneo del neonato lo permitirían. De la misma manera las dimensiones de los hombros estimadas no parecen presentar problemas (Laudicina et al., 2019).

5.5 Parto en *Homo*

Como no existen restos pélvicos atribuidos a *H. habilis* o *rudolfensis* la primera especie de nuestro género en la que se podría inferir el mecanismo del parto es *H. erectus*, la cual presenta una problemática en cuanto a la atribución taxonómica de restos. Además, en este caso existe otro nivel de dificultad y es que de todos los restos pélvicos hallados y asignados a la especie el único que se piensa con seguridad pertenece a una hembra es la pelvis de Gona, BSN49/P27, (Simpson

et al., 2008), la cual no todos los autores consideran que pertenezca a *H. erectus* debido a que las dimensiones estimadas para el tamaño corporal del individuo parecen ser menores que las calculadas para la especie (Churchill & Vansickle, 2017).

BSN49/P27 es una pelvis más ginecoide, típicamente descrita como pelvis femenina, más ovalada, con el agujero obturador triangular y acetábulo orientado hacia la parte anterior, según Caldwell & Moloy, (1933) en comparación con las pelvis australopitecinas. Aunque presenta un canal del parto muy espacioso, que se estima sería capaz de dar a luz a un recién nacido con capacidad craneal de unos 315 ml, un 34 o 36% de la del adulto, (Churchill & Vansickle, 2017; Simpson et al., 2008) y presenta un diámetro interno dentro del rango hallado en las mujeres actuales mientras que los planos medios y externo son mayores (Simpson et al., 2008).

En cuanto a *H. naledi* y *H. floresiensis* no se han tenido en cuenta las implicaciones obstétricas de los restos pélvicos asociados a estas especies. En el caso del primero es posible que esto sea debido a la naturaleza fragmentaria de los restos encontrados (Nowell & Kurki, 2020).

En *H. neanderthalensis* algunas reconstrucciones del parto (Weaver & Hublin, 2009) parecen mostrar que la pelvis no seguía la tendencia en *H. sapiens* de presentar un exterior más ancho anteroposteriormente, sino que los neandertales como otros primates presentan el canal del parto más ancho en su dimensión transversal. Esto implica que el parto no ocurría de la misma manera que en los humanos, aunque la reconstrucción de la parte intermedia de la pelvis en este caso se ha visto algo limitada debido a la falta de la espina iliaca. Según este estudio (Weaver & Hublin, 2009) las pelvis de los neandertales seguirían la tendencia primitiva de AL 288-1, Sts 14 o BSN49/P27 de presentar un exterior transversalmente oval. Esta característica se mantiene en la Pelvis 1 de la Sima de los Huesos.

En el caso de que *H. neanderthalensis* no compartiera el mecanismo de parto rotacional que existe en los humanos modernos, se debería de asumir que éste es un ‘invento’ por parte de nuestra especie o que las modificaciones en la anatomía pélvica de los neandertales con respecto a su dimorfismo sexual empujaron a un cambio en el mecanismo del parto, siendo la rotación el método primitivo. Sin embargo, otras investigaciones relacionadas con el tamaño del cráneo en los bebés neandertales (Ponce De León et al., 2008) sugieren que debido a las grandes dimensiones de la cabeza del recién nacido sería necesaria la rotación de la cabeza del neonato al igual que ocurre en nuestra especie.

Las diferencias entre las interpretaciones de ambos artículos (Ponce De León et al., 2008; Weaver & Hublin, 2009) parecen explicarse por variaciones a la hora de reconstruir la pelvis de *H. neanderthalensis*, ya que ambos utilizan los restos pélvicos Tabun C1.

6. Dificultades en el parto en *Homo sapiens*

Para explicar las dificultades que se presentan en el parto de *H. sapiens* debemos necesariamente mencionar el conocido como ‘dilema obstétrico’, denominado así por Sherwood Washburn en 1960 y que se ha mantenido como un tema de disputa desde entonces en el campo de la antropología. La idea básica reside en que la bipedia, que permite el uso de herramientas, empuja al ser humano a desarrollar un cerebro de mayor tamaño. Esto llevará a que dos fuerzas selectivas actúen en la pelvis: una tendencia a la disminución del canal del parto por los cambios morfológicos para acomodar el bipedismo y una necesidad de un canal del parto más amplio que permita el paso de un cráneo de mayores dimensiones. Eventualmente se producirá un ‘tope’ ya que la pelvis no puede ser lo suficientemente ancha para ajustarse a la capacidad craneal y mantener la eficiencia locomotora y el paso de la cabeza del recién nacido por el canal del parto será muy ajustado haciendo que los alumbramientos sean dolorosos para las mujeres (Macfarlane, 2018; Pavličev et al., 2020; Washburn, 1960). Para acomodar ambas tendencias la selección de la morfología de la pelvis en mujeres debería seguir una tendencia estabilizante. Actualmente se acepta que el dilema obstétrico no justifica la morfología pélvica ni el modelo de bipedia de los homínidos (Macfarlane, 2018; Nowell & Kurki, 2020; Pavličev et al., 2020; Ruff, 2017) y sin embargo es innegable que el parto en los humanos es un evento doloroso y de gran dificultad.

De entre las complicaciones que se pueden dar en el parto podemos destacar la distocia de hombros como una de las más peligrosas, y que además parece haber jugado un papel clave en la evolución de nuestra especie, consiste en una dificultad en la salida de los hombros que requiere maniobras obstétricas adicionales para que se produzca la salida del feto. Se calcula que presenta una incidencia de entre el 0’6%-0’7% en los partos y se trata de una condición difícil de prevenir (Magnin & Pierre, 2000).

Hablamos de distocia cuando nos encontramos frente a un parto lento, difícil y más laborioso de lo habitual. Puede dividirse según las causas en:

- Distocias dinámicas o del motor del parto: se debe a que la actividad uterina es defectuosa, inapropiada o insuficiente para lograr la dilatación cervical por alteraciones del tono uterino o alteraciones de la frecuencia e intensidad de las contracciones.
- Distocias mecánicas: se deben a problemas de ajuste entre el feto y la madre
 - Causas maternas:
 - Alteraciones del canal óseo: por estenosis pélvica o la presencia de una pelvis asimétrica

- Alteraciones del canal blando: distocia cervical, estenosis o malformaciones vaginales, presencia de tumores o de enfermedades previas a la gestación
- Causas fetales:
 - Alteraciones de la presentación: distocia podálica y distocia de hombros
 - Alteraciones de la actitud y diferentes grados de deflexión fetal: sincipucio, frente y cara
 - Alteraciones de posición: occipitotransversa u occipitosacra

Otras de las complicaciones más comunes en el parto (Office of Communications, 2017) son: parto que no progresa, desgarros perineales, problemas con el cordón umbilical, frecuencia cardíaca anómala en el bebé, asfixia perinatal o sangrado excesivo; todas ellas ocurrieron según análisis estadísticos (Stranges et al., 2009) en más de un 10% de los casos.

7. Episiotomías y cesáreas

La episiotomía es una cirugía menor que consiste en un corte en el perineo cuyo objetivo es ensanchar el canal del parto. Durante los últimos 20 años ha surgido un movimiento que busca reducir el uso de las episiotomías, de hecho, la OMS desaconseja la práctica salvo que sean casos totalmente necesarios con sufrimiento fetal o rupturas de 3^{er} o 4^o grado (World Health Organization, 2017). Los estudios sobre estadísticas de las episiotomías parecen mostrar que es un procedimiento menos común en países de habla inglesa y europeos (Tabla 5), y que en Centro y Sudamérica, Asia y Sudáfrica los porcentajes de realización de episiotomías son muy altos (Graham et al., 2005). Todo apunta a que se trata de un procedimiento más

PAÍS	AÑOS	PRIMÍPARAS	TOTAL
CANADÁ	2000-2001		23'8
ESTADOS UNIDOS	2000		32'7
ARGENTINA	1996	65'3	28'5
MÉXICO	1995-1998	69'2	
COLOMBIA	1995-1998	86'2	
PERÚ	1995-1998	94'4	
BRASIL	1995-1998	94'2	
SUECIA	1999-2000		9'7
DINAMARCA	2002-2003		12
INGLATERRA	2002-2003		13
ALEMANIA	2002-2003		44'4
ITALIA	1999		58
ESPAÑA	1995		87'3
BULGARIA	1997	77'1	45'6
CHINA	2001		82
ISRAEL	2001		37'6
AUSTRALIA	2002		16'2
NIGERIA	2001	90	20
SUDÁFRICA	2003		63'3-67'5

Tabla 5. Resumen de los porcentajes de episiotomías por 100 partos vaginales en diferentes países diferenciando entre mujeres primíparas y el total. (Modificación propia a partir de Graham et al., 2005)

común en mujeres primíparas, aunque los porcentajes varían dentro del país, con diferencias entre regiones (por ejemplo, es más común en el Noreste de los Estados Unidos que en el Oeste) e incluso dentro de la misma institución.

Las episiotomías rutinarias eran comunes hasta el siglo pasado ya que existía la creencia de que permitían proteger el suelo pélvico y reducen la presión sufrida por la cabeza del feto (Gün et al., 2016; Hartmann et al., 2005). Estas episiotomías rutinarias provocaron en muchas mujeres lesiones rectales y del esfínter anal y estudios recientes demuestran que no provoca ninguna mejora a la hora de un parto normal (Hartmann et al., 2005).

Sin embargo, a mitad de siglo se comenzó a ver que las evidencias que apoyaban el uso de episiotomías rutinarias eran inexistentes y que de hecho existía la posibilidad de consecuencias negativas a corto plazo como hemorragias y hematomas, expansión de la incisión, dolor, inflamación, dehiscencia e incluso disfunción sexual. En cuanto a las posibles consecuencias a largo plazo estudios recientes han demostrado que las episiotomías rutinarias no protegen frente a la incontinencia anal o urinaria, sino, que incluso llegan a aumentar el riesgo de la primera (Fritel et al., 2008; Gün et al., 2016).

Tal vez el detalle más crítico sobre el uso de la episiotomía es que según un cuestionario online realizado en 2018 la mayoría de las mujeres no fueron explicadas por qué iban a recibir una episiotomía (34%), no dieron permiso (54%) o no recibieron anestesia local (5%) a la hora de recibir este procedimiento durante el parto (Begley et al., 2018). Las evidencias que demuestran la falta de necesidad de las episiotomías rutinarias e incluso las complicaciones de dicho procedimiento hacen que haya sido categorizado como una de las formas de violencia obstétrica (Zaami et al., 2019).

La cesárea, por el contrario, es un tipo de intervención quirúrgica que se realiza en el abdomen y útero para extraer los fetos. Se trata de un procedimiento que es eficaz para salvar la vida de madres y neonatos cuando se dan complicaciones en los partos.

Según las revisiones de la Organización Mundial de la Salud las tasas de cesárea por encima del 10% de la población dejan de estar asociadas con una reducción en las tasas de mortalidad materna y neonatal, es decir, los porcentajes de cesárea son cada vez más altos y ha pasado a considerarse un procedimiento rutinario (Betran et al., 2016). No se debe olvidar que como todo procedimiento quirúrgico las cesáreas pueden provocar complicaciones e incluso discapacidades si se realizan en condiciones deficientes o sin motivos médicos, por lo que idealmente solo deben llevarse a cabo si es necesario.

Aunque la tasa recomendada por la OMS en 1985 es del 10-15% de cesáreas definir una tasa ideal presenta problemas debido a la falta de un sistema de clasificación internacionalmente aceptado. Las estimaciones actuales indican que la tasa global de cesárea se sitúa en un 18'6%, aunque existen grandes diferencias entre países (Imagen 15): las tasas más bajas se encuentran en África (donde tan solo un 7'3% de los nacimientos ocurren por cesárea) mientras que América Latina y el Caribe presenta las más altas (42'9%). A nivel de país Brasil (55'6%) y la República

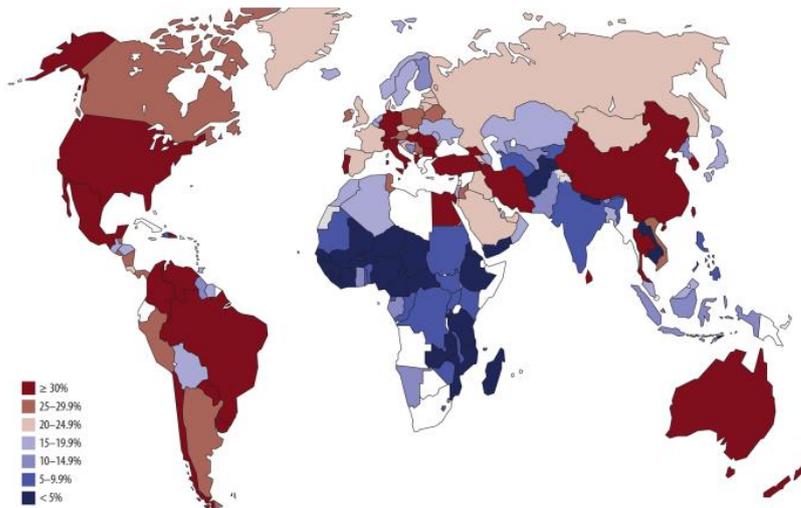


Imagen 15. Tasas de cesáreas por país estimadas, según los datos más recientes disponibles de encuestas, informes oficiales y estadísticas rutinarias entre 2014 y 2005. Fuente: (Betrán et al., 2016)

Dominicana (56'4%) son los que presentan porcentajes mayores y podemos destacar también a Egipto (51'8%) en el que también más de la mitad de los nacimientos son por cesárea (Betrán et al., 2016). En Europa las tasas más altas se dan en Italia (31'8%)

mientras que en España se sitúa en 24'1%.

En este mismo estudio también se analiza el crecimiento de las tasas de cesárea a nivel global, demostrando que se ha producido un aumento del 6'7% al 19'1% desde 1990 a 2014. De nuevo la región que presenta el mayor incremento es América Latina y el Caribe seguida de Asia. En Europa las tasas de cesárea han pasado de 11'2% al 25%, teniendo el menor incremento regional, y podemos destacar países como Nigeria o Guinea que disminuyeron sus tasas de cesárea o Zimbabwe que la mantuvo en un 6%.

Algunas de las razones por las que se está viendo un crecimiento del número de nacimientos por cesárea a nivel global pueden ser: el miedo a sufrir dolor en un parto, la conveniencia para los profesionales sanitarios y la madre o falsas ideas de que el parto por cesárea es más seguro para el bebé. También, en China es común que se solicite la realización de una cesárea para asegurar que la fecha de nacimiento es próspera debido a las creencias populares. (Mi & Liu, 2014). Pero no se debe olvidar que la cesárea no deja de ser un procedimiento quirúrgico que presenta riesgos y la posibilidad de complicaciones.

Aunque con el paso del tiempo la seguridad de las cesáreas ha aumentado gracias al uso de antibióticos, transfusiones sanguíneas y anestesia (Gee et al., 2020) hay estudios que demuestran riesgos a corto plazo y largo plazo en este tiempo de partos (Keag et al., 2018):

- Corto plazo
 - Infecciones, hemorragias, lesiones en las vísceras y trombos
- Largo plazo
 - Menor probabilidad de sufrir incontinencia urinaria o prolapso de los órganos pélvicos

- Mayor riesgo de subfertilidad
- Desórdenes de la placenta
- Relación estadística positiva entre el número de abortos, mortinatos y embarazos ectópicos

Además, las estancias post-parto en el hospital son más cortas en el caso de partos vaginales (Stranges et al., 2009) y en países como China, el alto coste de las cesáreas parece ser una de las razones por las que más médicos las sugieren a sus pacientes (Mi & Liu, 2014) de manera que la economía de la madre también puede afectar a la decisión.

Sobre las consecuencias de los bebés en sí, parece que los nacidos por cesárea presentan más posibilidades de sufrir asma y obesidad infantil si se comparan con los partos vaginales (Keag et al., 2018).

8. Conclusiones

No cabe duda de que la evolución de la pelvis en los homínidos ha sido influida tanto por el paso a la locomoción bípeda como por las restricciones que la encefalización provoca a la hora del parto. La pelvis de nuestros ancestros se asemeja más a la de los grandes simios, siendo plana y ancha, aunque no debemos verla como una versión intermedia entre ésta y la de los humanos modernos, simplemente es un mosaico que combina cambios en la parte superior con una parte inferior más primitiva. Posteriormente, se produciría la evolución al modelo actual, que presenta un íleo corto, ancho y expandido en posición sagital.

Evidentemente, los cambios en la pelvis han influido en el mecanismo del parto. Podemos asumir que el último ancestro común de la familia Hominidae presentaba partos similares a los de los grandes simios (sencillos y en general, no rotacionales). Eventualmente se pasó al modelo con semirrotación de *Australopithecus* y el posterior aumento de la capacidad craneal de *Homo* empujó a la rotación total durante el paso por el canal del parto. Sorprendentemente *H. neanderthalensis* parece no seguir este modelo, e incluso presenta patrones de dimorfismo sexual diferentes a los nuestros. Podemos concluir por tanto que aunque el bipedismo aporta a los humanos una serie de ventajas, pero al mismo tiempo el parto se ha visto comprometido por estos cambios.

A pesar de todo el avance sobre de técnicas de asistencia en el parto (como la cesárea) sigue siendo un evento peligroso para las mujeres y frecuentemente ocurren problemas que provocan lesiones tanto en la madre como en los recién nacidos. Además, existen prácticas médicas, como la episiotomía, que, aunque eran comunes anteriormente se ha demostrado que realizadas de manera rutinaria presentan más riesgos que beneficios y muchas veces se siguen realizando sin conocimiento de la futura madre. Por todo esto, debemos seguir investigando sobre la evolución de la pelvis y cómo garantizar la seguridad de la madre y el recién nacido durante este momento.

9. Bibliografía

- Argue, D., Groves, C. P., Lee, M. S. Y., & Jungers, W. L. (2017). The affinities of *Homo floresiensis* based on phylogenetic analyses of cranial, dental, and postcranial characters. *Journal of Human Evolution*, *107*, 107–133. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2017.02.006>
- Arsuaga, J. L., & Lorenzo, C. (1999). A complete human pelvis from the Middle Pleistocene of Spain. *Nature*, *399*(May), 255–258.
- Begley, C., Sedlicka, N., & Daly, D. (2018). Respectful and disrespectful care in the Czech Republic: An online survey. *Reproductive Health*, *15*(1). <https://doi.org/10.1186/s12978-018-0648-7>
- Berge, C., & Goularas, D. (2010). A new reconstruction of *Sts 14* pelvis (*Australopithecus africanus*) from computed tomography and three-dimensional modeling techniques. *Journal of Human Evolution*, *58*(3), 262–272. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2009.11.006>
- Betran, A. P., Torloni, M. R., Zhang, J. J., & Gülmezoglu, A. M. (2016). WHO statement on caesarean section rates. In *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology* (Vol. 123, Issue 5, pp. 667–670). <https://doi.org/10.1111/1471-0528.13526>
- Betrán, A. P., Ye, J., Moller, A. B., Zhang, J., Gülmezoglu, A. M., & Torloni, M. R. (2016). The increasing trend in caesarean section rates: Global, regional and national estimates: 1990-2014. *PLoS ONE*, *11*(2), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148343>
- Bonmatí, A., Gómez-Olivencia, A., Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Gracia, A., Martínez, I., Lorenzo, C., Bermúdez De Castro, J. M., & Carbonell, E. (2010). Middle Pleistocene lower back and pelvis from an aged human individual from the Sima de los Huesos site, Spain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*(43), 18386–18391. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012131107>
- Caldwell, W. E., & Moloy, H. C. (1933). Anatomical variations in the female pelvis and their effect in labor with a suggested classification. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, *26*(4), 479–505. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(33\)90194-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(33)90194-5)
- Cela Conde, C. J., & Ayala, F. J. (2013). *Evolución Humana. El camino hacia nuestra especie*. Alianza.
- Cheng, Y. W., Shaffer, B. L., & Caughey, A. B. (2006). The association between persistent occiput posterior position and neonatal outcomes. *Obstetrics and Gynecology*, *107*(4), 837–844. <https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000206217.07883.a2>
- Churchill, S. E., & Vansickle, C. (2017). Pelvic Morphology in *Homo erectus* and Early *Homo*. *Anatomical Record*, *300*(5), 964–977. <https://doi.org/10.1002/ar.23576>

- De Manuel, M., Kuhlwilm, M., Frandsen, P., Sousa, V. C., Desai, T., Prado-Martinez, J., Hernandez-Rodriguez, J., Dupanloup, I., Lao, O., Hallast, P., Schmidt, J. M., Heredia-Genestar, J. M., Benazzo, A., Barbujani, G., Peter, B. M., Kuderna, L. F. K., Casals, F., Angedakin, S., Arandjelovic, M., ... Marques-Bonet, T. (2016). Chimpanzee genomic diversity reveals ancient admixture with bonobos. *Science*, 354(6311), 477–481. <https://doi.org/10.1126/science.aag2602>
- Demuru, E., Ferrari, P. F., & Palagi, E. (2018). Is birth attendance a uniquely human feature? New evidence suggests that Bonobo females protect and support the parturient. *Evolution and Human Behavior*, 39(5), 502–510. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2018.05.003>
- DeSilva, J. M., Laudicina, N. M., Rosenberg, K., & Trevathan, W. (2017). Neonatal Shoulder Width Suggests a Semirotational, Oblique Birth Mechanism in Australopithecus afarensis. *Anatomical Record*, 300(5), 890–899. <https://doi.org/10.1002/ar.23573>
- Douglas, P. H. (2014). Female sociality during the daytime birth of a wild bonobo at Luikotale, Democratic Republic of the Congo. *Primates*, 55(4), 533–542. <https://doi.org/10.1007/s10329-014-0436-0>
- Dunsworth, H. M. (2010). Origin of the Genus Homo. *Evolution: Education and Outreach*, 3(3), 353–366. <https://doi.org/10.1007/s12052-010-0247-8>
- Fatica, L. M., Almécija, S., McFarlin, S. C., & Hammond, A. S. (2019). Pelvic shape variation among gorilla subspecies: Phylogenetic and ecological signals. *Journal of Human Evolution*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2019.102684>
- Fritel, X., Schaal, J. P., Fauconnier, A., Bertrand, V., Levet, C., & Pigné, A. (2008). Pelvic floor disorders 4 years after first delivery: A comparative study of restrictive versus systematic episiotomy. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 115(2), 247–252. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2007.01540.x>
- Galdikas, B. (1982). Wild orangutan birth in Tanjung puting Reserve. *Primates*, 23(4), 500–510.
- Gee, M. E., Dempsey, A., & Myers, J. E. (2020). Caesarean section: techniques and complications. *Obstetrics, Gynaecology and Reproductive Medicine*, 30(4), 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.ogrm.2020.02.004>
- Gonder, M. K., Locatelli, S., Ghobrial, L., Mitchell, M. W., Kujawski, J. T., Lankester, F., Stewart, C. B., & Tishkoff, S. A. (2011). Evidence from Cameroon reveals differences in the genetic structure and histories of chimpanzee populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(12), 4766–4771. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015422108>

- Goodall, J., & Athumani, J. (1980). An observed birth in a free-living chimpanzee (*Pan troglodytes schweinfurthii*) in Gombe National Park, Tanzania. *Primates*, 21(4), 545–549. <https://doi.org/10.1007/BF02373843>
- Graham, I. D., Carroli, G., Davies, C., & Medves, J. M. (2005). Episiotomy rates around the world: an update. *Birth (Berkeley, Calif.)*, 32(3), 219–223. <https://doi.org/10.1111/j.0730-7659.2005.00373.x>
- Groves, C. (2018). The latest thinking about the taxonomy of great apes. *International Zoo Yearbook*, 52(1), 16–24. <https://doi.org/10.1111/izy.12173>
- Gruss, L. T., & Schmitt, D. (2015). The evolution of the human pelvis: Changing adaptations to bipedalism, obstetrics and thermoregulation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1663). <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0063>
- Gün, İ., Doğan, B., & Özdamar, Ö. (2016). Long and short complications of episiotomy. *Türk Jinekoloji ve Obstetrik Dernegi Dergisi*, 13(3), 144–148. <https://doi.org/10.4274/tjod.00087>
- Hall, E. R., & Simpson, G. G. (1946). The Principles of Classification and a Classification of Mammals. *Journal of Mammalogy*, 27(3), 287. <https://doi.org/10.2307/1375443>
- Hammond, A. S., Royer, D. F., & Fleagle, J. G. (2017). The Omo-Kibish I pelvis. *Journal of Human Evolution*, 108, 199–219. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2017.04.004>
- Hartmann, K., Viswanathan, M., Palmieri, R., Gartlehner, G., Thorp, J., & Lohr, K. N. (2005). Outcomes of Routine Episiotomy. *Jama*, 293(17), 2141. <https://doi.org/10.1001/jama.293.17.2141>
- Hershkovitz, I., May, H., Sarig, R., Pokhojaev, A., Grimaud-Hervé, D., Bruner, E., Fornai, C., Quam, R., Arsuaga, J. L., Krenn, V. A., Martín-Torres, M., de Castro, J. M. B., Martín-Francés, L., Slon, V., Albessard-Ball, L., Vialet, A., Schüler, T., Manzi, G., Profico, A., ... Zaidner, Y. (2021). A Middle Pleistocene Homo from Neshar Ramla, Israel. *Science*, 372(6549), 1424–1428. <https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.abh3169>
- Hirata, S., Fuwa, K., Sugama, K., Kusunoki, K., & Takeshita, H. (2011). Mechanism of birth in chimpanzees: Humans are not unique among primates. *Biology Letters*, 7(5), 686–688. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.0214>
- Hogervorst, T., Bouma, H. W., & De Vos, J. (2009). Evolution of the hip and pelvis. In *Acta Orthopaedica* (Vol. 80, Issue SUPPL. 336). <https://doi.org/10.1080/17453690610046620>
- Hublin, J. J., Ben-Ncer, A., Bailey, S. E., Freidline, S. E., Neubauer, S., Skinner, M. M., Bergmann, I., Le Cabec, A., Benazzi, S., Harvati, K., & Gunz, P. (2017). New fossils

- from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of *Homo sapiens*. *Nature*, 546(7657), 289–292. <https://doi.org/10.1038/nature22336>
- Ji, Q., Wu, W., Ji, Y., Li, Q., & Ni, X. (2021). *Late Middle Pleistocene Harbin cranium represents a new Homo species*. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100132>
 - Jungers, W. L., Larson, S. G., Harcourt-Smith, W., Morwood, M. J., Sutikna, T., Due Awe, R., & Djubiantono, T. (2009). Descriptions of the lower limb skeleton of *Homo floresiensis*. *Journal of Human Evolution*, 57(5), 538–554. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.08.014>
 - Keag, O. E., Norman, J. E., & Stock, S. J. (2018). Long-term risks and benefits associated with cesarean delivery for mother, baby, and subsequent pregnancies: Systematic review and meta-analysis. *PLoS Medicine*, 15(1), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002494>
 - Kibii, J. M., Churchill, S. E., Schmid, P., Carlson, K. J., Reed, N. D., De Ruiter, D. J., & Berger, L. R. (2011). A partial pelvis of *Australopithecus sediba*. *Science*, 333(6048), 1407–1411. <https://doi.org/10.1126/science.1202521>
 - Langergraber, K. E., Prüfer, K., Rowney, C., Boesch, C., Crockford, C., Fawcett, K., Inoue, E., Inoue-Muruyama, M., Mitani, J. C., Muller, M. N., Robbins, M. M., Schubert, G., Stoinski, T. S., Viola, B., Watts, D., Wittig, R. M., Wrangham, R. W., Zuberbühler, K., Pääbo, S., & Vigilant, L. (2012). Generation times in wild chimpanzees and gorillas suggest earlier divergence times in great ape and human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(39), 15716–15721. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211740109>
 - Laudicina, N. M., Rodriguez, F., & DeSilva, J. M. (2019). Reconstructing birth in *Australopithecus sediba*. *PLoS ONE*, 14(9), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221871>
 - Leutenegger, W. (1974). Functional aspects of pelvic morphology in simian Primates. *Journal of Human Evolution*, 3(3), 207–222. [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(74\)90179-1](https://doi.org/10.1016/0047-2484(74)90179-1)
 - Lewis, C. L., Laudicina, N. M., Khuu, A., & Loverro, K. L. (2017). The Human Pelvis: Variation in Structure and Function During Gait. *Anatomical Record*, 300(4), 633–642. <https://doi.org/10.1002/ar.23552>
 - Lovejoy, C. O. (2005). The natural history of human gait and posture Part 1. Spine and pelvis. *Gait and Posture*, 21(1), 95–112. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.01.001>
 - Lovejoy, C. O. (2009). Reexamining human origins in light of *Ardipithecus ramidus*. *Science*, 326(5949). <https://doi.org/10.1126/science.1175834>
 - Lovejoy, C. O., Suwa, G., Spurlock, L., Asfaw, B., & White, T. D. (2009). The pelvis

- and femur of *ardipithecus ramidus*: The emergence of upright walking. *Science*, 326(5949). <https://doi.org/10.1126/science.1175831>
- Macfarlane, D. (2018). Controversy Regarding the Obstetric Dilemma. *Aisthesis: Honors Student Journal*, 9(1), 27–30.
 - Magnin, G., & Pierre, F. (2000). Distocia de hombros. In *EMC - Ginecología-Obstetricia* (Vol. 36, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/s1283-081x\(00\)71868-6](https://doi.org/10.1016/s1283-081x(00)71868-6)
 - Malone, N. (2017). Hominidae (Great Apes and Humans). In *The International Encyclopedia of Primatology* (pp. 1–3). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119179313.wbprim0174>
 - McHenry, H. M., & Corruccini, R. S. (1981). *Pan paniscus* and human evolution. *American Journal of Physical Anthropology*, 54(3), 355–367. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330540309>
 - Mi, J., & Liu, F. (2014). Rate of caesarean section is alarming in China. In *The Lancet* (Vol. 383, Issue 9927, pp. 1463–1464). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60716-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60716-9)
 - Mongle, C. S., Strait, D. S., & Grine, F. E. (2019). Expanded character sampling underscores phylogenetic stability of *Ardipithecus ramidus* as a basal hominin. *Journal of Human Evolution*, 131, 28–39. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2019.03.006>
 - Nowell, A., & Kurki, H. (2020). Moving Beyond the Obstetrical Dilemma Hypothesis: Birth, Weaning and Infant Care in the Plio-Pleistocene. In *The Mother-Infant Nexus in Anthropology. Bioarchaeology and Social Theory*. (pp. 173–190). https://doi.org/10.1007/978-3-030-27393-4_10
 - Office of Communications. (2017). *What are some common complications during labor and delivery?* National Institute of Child Health and Human Development. <https://www.nichd.nih.gov/health/topics/labor-delivery/topicinfo/complications>
 - Pavličev, M., Romero, R., & Mitteroecker, P. (2020). Evolution of the human pelvis and obstructed labor: new explanations of an old obstetrical dilemma. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 222(1), 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2019.06.043>
 - Ponce De León, M. S., Golovanova, L., Doronichev, V., Romanova, G., Akazawa, T., Kondo, O., Ishida, H., & Zollikofer, C. P. E. (2008). Neanderthal brain size at birth provides insights into the evolution of human life history. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(37), 13764–13768. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803917105>
 - Prado-Martinez, J., Sudmant, P. H., Kidd, J. M., Li, H., Kelley, J. L., Lorente-Galdos, B., Veeramah, K. R., Woerner, A. E., O'Connor, T. D., Santpere, G., Cagan, A., Theunert, C., Casals, F., Laayouni, H., Munch, K., Hobolth, A., Halager, A. E., Malig, M., Hernandez-Rodriguez, J., ... Marques-Bonet, T. (2013). Great ape genetic diversity and

- population history. *Nature*, 499(7459), 471–475. <https://doi.org/10.1038/nature12228>
- Rosenberg, K. (1992). The evolution of modern human childbirth. *American Journal of Physical Anthropology*, 35(15 S), 89–124. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330350605>
 - Ruff, C. (2017). Mechanical Constraints on the Hominin Pelvis and the “Obstetrical Dilemma.” *Anatomical Record*, 300(5), 946–955. <https://doi.org/10.1002/ar.23539>
 - Scally, A., Duthheil, J. Y., Hillier, L. W., Jordan, G. E., Goodhead, I., Herrero, J., Hobolth, A., Lappalainen, T., Mailund, T., Marques-Bonet, T., McCarthy, S., Montgomery, S. H., Schwalie, P. C., Tang, Y. A., Ward, M. C., Xue, Y., Yngvadottir, B., Alkan, C., Andersen, L. N., ... Durbin, R. (2012). Insights into hominid evolution from the gorilla genome sequence. *Nature*, 483(7388), 169–175. <https://doi.org/10.1038/nature10842>
 - Schultz, A. H. (1949). Sex differences in the pelves of primates. *American Journal of Physical Anthropology*, 7(3), 401–424. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330070307>
 - Shapiro, D. (2017). Pelvic Variation. In *The International Encyclopedia of Primatology* (pp. 1–3). <https://doi.org/10.1002/9781119179313.wbprim0036>
 - Shearer, B. M., Muchlinski, M., & Hammond, A. S. (2019). Large pelvic tubercle in orangutans relates to the adductor longus muscle. *PeerJ*, 2019(8), 1–21. <https://doi.org/10.7717/peerj.7273>
 - Simpson, S. W., Quade, J., Levin, N. E., Butler, R., Dupont-Nivet, G., Everett, M., & Semaw, S. (2008). A female Homo erectus pelvis from gona, Ethiopia. *Science*, 322(5904), 1089–1092. <https://doi.org/10.1126/science.1163592>
 - Stewart, K. J. (1977). The Birth of a Wild Mountain Gorilla (*Gorilla gorilla beringei*). *Primates*, 18(October), 965–976.
 - Stranges, E., Wier, L., & Elixhauser, A. (2009). *Complicating Conditions of Vaginal Deliveries and Cesarean Sections*. <http://www.hcup-us.ahrq.gov/reports/statbriefs/sb131.pdf>
 - Stringer, C. (2012). The status of Homo heidelbergensis (Schoetensack 1908). *Evolutionary Anthropology*, 21(3), 101–107. <https://doi.org/10.1002/evan.21311>
 - Tattersall, I. (2013). Handbook of Paleoanthropology. In *Handbook of Paleoanthropology* (pp. 1–18). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-27800-6>
 - Tattersall, I., & Schwartz, J. H. (2009). Evolution of the genus homo. In *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* (Vol. 37, pp. 67–92). <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.031208.100202>
 - Trevathan, W. (2015). Primate pelvic anatomy and implications for birth. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1663). <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0065>
 - VanSickle, C., Cofran, Z., García-Martínez, D., Williams, S. A., Churchill, S. E., Berger,

- L. R., & Hawks, J. (2018). Homo naledi pelvic remains from the Dinaledi Chamber, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 125, 122–136. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2017.10.001>
- Wall-Scheffler, C. M., Kurki, H. K., & Auerbach, B. M. (2020). Pelves of the Hominin Lineage. In *The Evolutionary Biology of the Human Pelvis*. <https://doi.org/10.1017/9781108185738.005>
 - Walrath, D. (2003). Rethinking pelvic typologies and the human birth mechanism. *Current Anthropology*, 44(1), 5–31. <https://doi.org/10.1086/344489>
 - Washburn, S. (1960). Tools and Human Evolution. *Scientific American*, 203(3), 62–75.
 - Weaver, T. D., & Hublin, J. J. (2009). Neandertal birth canal shape and the evolution of human childbirth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(20), 8151–8156. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812554106>
 - Williams, F. L. E., & Orban, R. (2007). Ontogeny and phylogeny of the pelvis in Gorilla, Pongo, Pan, Australopithecus and Homo. *Folia Primatologica*, 78(2), 99–117. <https://doi.org/10.1159/000097060>
 - Wolnei, S., Guimaraes, F., & Merino, C. L. (2015). Dmanisi hominin fossils and the problem of multiple species in the early Homo genus. *The Canadian Student Journal of Anthropology*, 23(2), 1–21. <http://www.journals.mcmaster.ca/nexus>
 - Wood, B., & Harrison, T. (2011). The evolutionary context of the first hominins. *Nature*, 470(7334), 347–352. <https://doi.org/10.1038/nature09709>
 - Wood, B., & K. Boyle, E. (2016). Hominin taxic diversity: Fact or fantasy? *American Journal of Physical Anthropology*, 159, S37–S78. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22902>
 - Wood, B., & Richmond, B. G. (2000). Human evolution: Taxonomy and paleobiology. *Journal of Anatomy*, 197(1), 19–60. <https://doi.org/10.1017/S0021878299006251>
 - Wood, B., & Schroer, K. (2017). Paranthropus: Where do things stand? In *Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46646-0_8
 - World Health Organization. (2017). Managing Complications in Pregnancy and Childbirth. A Guide for Midwives and Doctors. In *World Health Organization*. <https://doi.org/10.7196/SAMJ.2524>
 - Zaami, S., Stark, M., Beck, R., Malvasi, A., & Marinelli, E. (2019). Does episiotomy always equate violence in obstetrics? *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 23(5), 1847–1854. <https://www.europeanreview.org/wp/wp-content/uploads/1847-1854.pdf>
 - Zihlman, A. L., & Cramer, D. L. (1978). Skeletal differences between pygmy (Pan paniscus) and common chimpanzees (pan troglodytes). *Folia Primatologica*, 29(2). <https://doi.org/10.1159/000155830>