

37

DETERMINACIÓN MÉTRICA DEL SEXO EN ESQUELETOS RURALES INDÍGENAS GUATEMALTECOS

Luis Ríos Frutos

Uno de los primeros pasos en el análisis de restos óseos humanos es la determinación del sexo, tanto en la práctica forense como arqueológica. Existen dos aproximaciones para la determinación del sexo. La primera consiste en la inspección visual de la pelvis y el cráneo, y presenta un elevado porcentaje de efectividad. La segunda aproximación consiste en un estudio métrico de los huesos, y su efectividad varía en función de la región ósea examinada y de la referencia comparativa escogida. Si la pelvis y/o el cráneo se encuentran disponibles, el método visual es el preferido, pero con frecuencia estos huesos están fragmentados y por lo tanto la aproximación métrica es importante.

La determinación métrica del sexo se realiza en dos pasos fundamentales. El primero consiste en tomar las medidas de un modo correcto, minimizando el error introducido bien por un mismo antropólogo (error intra-observador), o bien el error o diferencia observable entre diferentes antropólogos (error Inter.-observador). Ambos tipos de errores se pueden cuantificar y corregir con práctica y controles periódicos tanto individuales como de grupo.

El segundo paso, una vez que tenemos los valores de las medidas, consiste en compararlos con una referencia. La elección de esta referencia comparativa es fundamental porque dependiendo de cuál escojamos, nuestra determinación del sexo será correcta o incorrecta. El error dependiente de la elección de la referencia se debe a la existencia entre las poblaciones humanas de gran variabilidad geográfica y temporal en diversos caracteres antropométricos ligados al crecimiento y desarrollo. Esta variabilidad sistemática es una consecuencia de las diferencias entre las poblaciones en el complemento genético y en el ambiente bajo el que este se expresa. La variabilidad sistemática entre las poblaciones humanas implica que el primer paso en el análisis antropológico sea la elección de una referencia adecuada para la determinación del sexo, edad, estatura, etc. en restos óseos humanos. Esta referencia se habrá desarrollado idealmente en una muestra representativa de la misma población con la que trabajamos, o si esto no es posible, en una población cuyo complemento genético y/o condiciones socio-ambientales se asemejen lo más posible a la población con la que trabajamos.

A continuación vamos a ejemplificar el estudio métrico del sexo en la población rural de Guatemala con el diámetro mínimo supero-inferior del cuello femoral.

EJEMPLO: EL DIÁMETRO MÍNIMO SUPERO-INFERIOR DEL CUELLO FEMORAL

Seidemann *et al.* (1998) presentaron el diámetro mínimo supero-inferior de cuello femoral como una medida útil en la determinación métrica del sexo en restos óseos humanos. Estos autores desarrollaron funciones discriminantes para grupos caucásicos y afro-americanos y para una muestra combinada de ambos de la colección Hamann-Todd. Los porcentajes de determinación correcta del sexo de las funciones univariadas fue de aproximadamente el 90%. Estas funciones fueron posteriormente testadas en otra colección documentada de la Universidad de Nuevo México, constituida por individuos caucásicos, afro-americanos, nativos americanos e hispanos (Stojanowski y Seidemann 1999), encontrándose tres hallazgos principales.

En primer lugar observaron un aumento en la media del diámetro del cuello femoral, y dado que los individuos de la colección Hamann-Todd nacieron antes que los individuos de la colección de la Universidad de Nuevo México (1825-1910 para la Hamann-Todd; después de 1900 para Universidad de Nuevo México), el incremento en la media del cuello femoral se interpretó como un cambio temporal, el llamado cambio secular.

Segundo, testaron las funciones de la colección Hamann-Todd en la muestra más reciente y observaron una disminución significativa en los porcentajes de acierto.

Varios estudios han demostrado que las poblaciones difieren entre si en la determinación métrica del sexo (Iskan *et al.* 1998; King *et al.* 1998). Estas diferencias son debidas a factores medio-ambientales que afectan a crecimiento óseo, como la nutrición y la actividad física, los factores genéticos y la interacción de ambos. Por estas razones, es importante elaborar estándares específicos de la población y en el presente trabajo se presenta una prueba del uso del diámetro mínimo supero-inferior del cuello femoral en una muestra forense de la FAFG, prueba que nos servirá para demostrar que el uso de la mayoría de estándares publicados para la determinación métrica del sexo no son útiles en la población guatemalteca. Como conclusión, desarrollaremos una función discriminante específica para la muestra forense rural guatemalteca e interpretaremos las diferencias métricas entre poblaciones. A continuación se describe brevemente la metodología estadística.

La muestra forense consistió en 114 fémures, 75 masculinos y 39 femeninos. A los esqueletos se les asignó un sexo en función de la observación visual de la pelvis y el cráneo. Cada medida fue tomada tres veces y la media fue usada para el análisis. Todas las estadísticas se desarrollaron con el programa SPSS. Se estudió la normalidad de la muestra femenina debido a su relativo pequeño tamaño con el *test Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors*. Se calcularon las estadísticas básicas como la media, desviación estándar, máximos y mínimos. Se evaluaron las diferencias estadísticas entre los sexos mediante una prueba de la *t de Student*. Las estadísticas discriminantes básicas como la *lambda de wilks*, el *eigenvalue*, la correlación canónica, los coeficientes estandarizados y no estandarizados, fueron calculadas para evaluar la efectividad de la función discriminante. El método *jackknife* fue empleado como una prueba indirecta de la adecuación de la función discriminante, y finalmente el punto de corte fue calculado como la media de los centroides de grupo.

RESULTADOS

La estadística descriptiva para la muestra guatemalteca y las muestras estudiadas por Seidemann *et al.* (1998), y Stojanowski y Seidemann (1999), se presentan en la tabla 1. Es obvio que los valores medios para la población guatemalteca son muy bajos en comparación con las otras muestras. El valor medio para los hombres guatemaltecos es aproximadamente el mismo que el valor medio para las mujeres caucásicas y afro-americanas, un indicio de la eficacia de las funciones discriminantes desarrolladas en las colecciones Hamann-Todd y en la Universidad de Nuevo México. La prueba se condujo solamente en la muestra masculina. Los resultados se presentan en la tabla 2. Para las funciones desarrolladas en la colección Hamann-Todd, un 21.3% de eficacia fue observada para la función de la muestra caucásica, un 36% para la afro-americana, y un 25.3% para la función desarrollada a partir de individuos de ancestría desconocida.

Para las funciones desarrolladas en la colección de la Universidad de Nuevo México, un 4% de efectividad fue observada para la función de los grupos caucásico y afro-americano, y un 5.3% para la ecuación de los grupos combinados. Por lo tanto, es claro que ni las funciones de la colección Hamann-Todd ni las funciones de la Universidad de Nuevo México son útiles para la determinación del sexo en la población guatemalteca. Pero también es claro que aunque inadecuadas, las funciones de la colección Hamann-Todd muestran una mayor efectividad que las de la más reciente muestra de la Universidad de Nuevo México. Este descenso en la efectividad de las funciones de la Universidad de Nuevo México en comparación con las de la Hamann-Todd puede explicarse por el cambio secular hacia un mayor valor del diámetro del cuello femoral observado por Stojanowski y Seidemann (1999) en la muestra de la Universidad de Nuevo México.

TABLA 1

**ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL CUELLO FEMORAL PARA
GUATEMALTECOS, CAUCÁSICOS Y AFRO-AMERICANOS**

	Guatemala (FAFG)	Caucásicos (<i>Hamann-Todd</i>)	Caucásicos (UNM)	Afro-americanos (<i>Hamann-Todd</i>)	Afro-americanos (UNM)	Muestra combinada (UNM)
HOMBRES						
N	75	50	62	51	20	94
Media	29.01	33.53	33.91	31.93	34.36	33.85
D.S.	2.018	2.2	2.88	1.73	2.82	2.87
Varianza	4.07	4.83	-	3.01	-	-
Mínimo	24.6	29.4	-	29.29	-	-
Máximo	33.8	39.62	-	36.74	-	-
MUJERES						
N	39	50	32	52	13	49
Media	24.73	27.86	28.92	27.31	29.19	28.84
D.S.	1.27	1.67	1.96	1.66	1.56	2.17
Varianza	1.61	2.78	-	2.73	-	-
Mínimo	22.7	24.59	-	23.74	-	-
Máximo	2.77	31.85	-	31.6	-	-

TABLA 2

EFICACIA EN LA DETERMINACIÓN DEL SEXO EN POBLACIÓN MASCULINA DE GUATEMALA DE LAS FUNCIONES DISCRIMINANTES DESARROLLADAS EN LAS COLECCIONES HAMANN-TODD Y UNIVERSIDAD DE NUEVO MÉXICO

Población comparativa	Porcentaje de hombres guatemaltecos correctamente sexados
Caucásicos (Hamann-Todd)	21.3
Afroamericanos (Hamann-Todd)	36
Combinada (Hamann-Todd)	25.3
Caucásicos (UNM)	4
Afroamericanos (UNM)	4
Combinada (UNM)	5.3

Debido a esta ineficacia de las funciones publicadas para el cuello femoral, queda clara la necesidad de desarrollar una función específica para esta población, función que describimos a continuación. Los análisis estadísticos de la misma se muestran en la tabla 3. Una puntuación discriminante se obtiene multiplicando cada variable por su coeficiente y sumando a este producto la constante. Si el valor obtenido es mayor que el punto de corte, el individuo será clasificado como masculino, y si el valor obtenido es menor, será clasificado como femenino. Los estadísticos muestran que la función es robusta, y los porcentajes de clasificación correcta, que se muestran en las tablas 4 y 5 son cercanos al 89.5%. De manera que podemos concluir que la función discriminante basada en el diámetro mínimo supero-inferior del cuello femoral es útil.

TABLA 3

ESTADÍSTICOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Coeficiente no estandarizado	Constante	Punto de corte	Eigenvalue	Correlación canónica	Lambda de Wilks
5.556	-15.306	-.3755	1.296	.751	.436

TABLA 4

MATRIZ DE CLASIFICACIÓN NORMAL PARA LA MUESTRA GUATEMALTECA

Estimado	Masculino	Femenino	%Correcto
Masculino	65	10	94.9%
Femenino	2	37	86.7%
			89.5% total

TABLA 5

MATRIZ DE CLASIFICACIÓN JACKKNIFE PARA LA MUESTRA GUATEMALTECA

Estimado	Masculino	Femenino	%Correcto
Masculino	65	10	94.9%
Femenino	2	37	86.7%
			89.5% total

INTERPRETACIÓN

Respecto a la interpretación de las diferencias métricas, sabemos que las poblaciones son métricamente diferentes y esto puede ser observado a lo largo del tiempo y entre diferentes localizaciones geográficas. Ya comentamos las posibles causas de estas diferencias, que en la mayoría de los artículos científicos no se especifican para la población que se estudia. En esta investigación se sugiere que los factores ambientales que afectan al crecimiento y también el estilo de vida pueden jugar un papel muy importante en el desarrollo del cuello femoral. Ruff et al. (1991) y Ruff y Hayes (1998) observaron que el cuello femoral puede sufrir una remodelación tanto cortical como trabecular a través de cambios en la carga mecánica (concretamente el peso) y cambios en la edad. Esta remodelación cortical implica un aumento en el diámetro supero-inferior del cuello femoral.

Por otro lado, Anderson y Trinkaus (1998) observaron un aumento significativo en la media del ángulo del cuello femoral en poblaciones con un estilo de vida sedentario y más mecanizado. Se observó que la ascendencia, la geografía y el clima de las muestras estudiadas tenían poca influencia en el desarrollo el cuello femoral.

Por otro lado, los trabajos comentados de Seidemann y Stojanowski constituyen un ejemplo de una tendencia secular en la talla del cuello femoral. Estos cambios seculares han sido estudiados especialmente en relación a la estatura, y ahora se acepta que un cambio positivo en la estatura de una población se debe a una mejora general de las condiciones de vida de dicha población. Esto se observó en población rural guatemalteca que migró a Estados Unidos: en menos de una generación, los niños emigrantes guatemaltecos estudiados (Bogin 1995) llegaron a ser 5.5 cm más altos que sus contemporáneos en Guatemala. La población rural guatemalteca, que constituye la mayoría de la muestra forense actual, no ha experimentado este cambio secular debido a las condiciones de vida, que los interesados pueden consultar en el informe del PNUD de 1998. La estatura media de los guatemaltecos entre 17 y 18 años de edad es de 158.7 cm para los hombres y 146.9 cm para las mujeres, y el peso medio es de 52.2 kg para los hombres y 49.3 kg para las mujeres. Todos estos datos en conjunto nos sugieren que un incremento en el tamaño y masa corporal también producirá un incremento en los valores medios de varias medidas osteométricas, en el caso del cuello femoral en estrecha relación con el peso corporal, que aumenta en relación directa a aumento de la talla.

Por tanto podemos decir que el diámetro mínimo supero-inferior del cuello femoral es una medida útil en la determinación métrica del sexo en la población guatemalteca rural, y que los factores negativos que afectan el crecimiento físico de esta población rural pueden explicar parte de las diferencias métricas observadas entre las poblaciones comparadas.

Hemos visto que para la determinación métrica del sexo en la población guatemalteca rural, la aplicación de algunos referentes elaborados en poblaciones extranjeras muestra una baja efectividad. Esto es debido a un factor general de calidad ambiental durante el crecimiento que resulta en unos huesos de dimensiones menores tanto en las epífisis como en las diáfisis. En las diáfisis las dimensiones de longitud son las más afectadas por las condiciones socio-ambientales.

Este hecho es lógico, ya que sabemos que la longitud de los huesos largos tiene una elevada correlación con la estatura y ésta es especialmente sensible a las condiciones de crecimiento y poco influida por el complemento genético, como ponen de manifiesto los cambios temporales en la estatura de una misma población en la que no hay influencia genética (Komlos 1994). Los diámetros y circunferencias de la diáfisis parece que están condicionadas por el estilo de vida durante todo el ciclo vital, pero siempre dentro de los límites impuestos por las limitaciones ambientales, ya que se ha visto que los huesos de individuos que crecen en condiciones de desnutrición crónica moderada, como la población rural guatemalteca, son menos densos y presentan un área menor de hueso compacto.

Las dimensiones de las epífisis parece que tienen un patrón de crecimiento similar al de la estatura y estarían afectadas por los mismos factores que afectan a la talla. Además parece que son sensibles a la masa corporal a nivel individual, de manera que a mayor masa corporal o peso del individuo, las dimensiones de las epífisis serán mayores. Por tanto es esperable que un cambio secular positivo hacia un mayor peso de los individuos de la población, cambio que generalmente acompaña al cambio secular positivo en estatura, resulte en unas dimensiones mayores de las epífisis.

En la tabla 5 se muestran varias funciones discriminantes para diversos huesos ordenadas según su porcentaje de efectividad en la clasificación de esqueletos masculinos y femeninos combinada, según el método *jackknife*, funciones que esperamos sean empleadas en el análisis de laboratorio de los restos óseos humanos, con el fin de mejorar los porcentajes de identificación de las víctimas.

Para concluir este trabajo nos gustaría situar la investigación que acabamos de presentar en un contexto más general. Para ello partimos del hecho de que la antropología física es una de las cuatro principales divisiones de la antropología (arqueología, lingüística, etnología y antropología física), y por tanto también del hecho, a menudo tristemente olvidado, de que la principal característica de la antropología es su enfoque holístico o multifactorial, que salva a los antropólogos de quedar reducidos a individuos que simplemente se dedican a aplicar una serie de técnicas o protocolos de investigación en una praxis descontextualizada. En el caso de este trabajo, a continuación se expone una reflexión general a partir de la experiencia del autor en osteología forense y biología humana.

Como osteólogo forense en Guatemala, el trabajo consiste en el análisis de los restos óseos de personas asesinadas durante el conflicto armado, por lo que esta rama de la antropología física se convierte en testigo de un hecho de violencia directa contra un segmento de la población. La simple documentación osteológica constituye una evidencia que complementa, y en la mayoría de casos confirma, un gran número de informes y libros como el REHMI o la CEH, e información más elaborada puede ser presentada a partir de estos datos osteológicos, como muestran los trabajos de José Suasnávar *et al.* y Mercedes Salado incluidos en el presente volumen.

Por otra parte, hemos visto un problema concreto al que se enfrentan los osteólogos forenses en la práctica de laboratorio: la determinación métrica del sexo. Para la resolución e interpretación de este problema, en el presente trabajo se utilizó un enfoque bio-social, en el que las diferencias socio-económicas entre las poblaciones consideradas explican una gran parte de las diferencias métricas. Este enfoque bio-social se encuentra en el nacimiento de la biología humana, ciencia que ya hace más de cien años empleaba las características físicas de las personas como la estatura para determinar y denunciar diferencias biológicas asociadas a diferencias socio-económicas.

El número de trabajos actuales que se dedican a determinar el impacto de la estructura socio-económica en la biología de las poblaciones humanas está en aumento, y estos trabajos constituyen una parte importante de revistas científicas como *American Journal of Human Biology*, *Human Biology*, *Annals of Human Biology*, *Journal of Biosocial Science*, e incluso *American Journal of Physical Anthropology*, en donde cabe mencionar el número especial publicado en 1998 y titulado '*The Biology of Poverty*', en donde los organizadores, entre los que se encontraban Goodman y Armelagos, afirmaban que los antropólogos físicos deberían prestar más atención a las causas políticas que determinan una estructura social que niega el acceso a grandes grupos de población a recursos básicos.

Para el caso de Guatemala, dos de las más grandes investigaciones mundiales sobre diferencias sociales en crecimiento infantil, el Estudio Longitudinal de la Universidad del Valle, y el estudio de suplementación alimentaria del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), han documentado exhaustivamente el efecto de la desnutrición crónica, exposición a enfermedades infecciosas, ausencia de cuidado médico y agua potable, etc., en el crecimiento infantil de población rural y urbana guatemalteca.

Como mencionábamos, este acercamiento de la biología humana ya tiene más de un siglo, y James Tanner, el padre de los estudios de crecimiento en el siglo XX, resumió esta historia al acuñar la famosa frase '*growth as a mirror of the conditions of the society*' (el crecimiento como un espejo de las condiciones de la sociedad) y todavía más explícitamente '*the growth of children rather accurately reflects the moral and material conditions of that society*' (el crecimiento infantil refleja de manera más bien exacta las condiciones materiales y morales de la sociedad). Podemos concluir que la biología humana se constituye como testigo de la violencia indirecta o estructural (violencia que emana de la estructura de la sociedad) ejercida sobre un segmento amplio de la población.

La osteología forense y la biología humana, y por tanto sus practicantes, se constituyen como testigos de violencia directa e indirecta contra gran parte de la población en Guatemala. Las implicaciones sociales y políticas de esta reflexión que emerge de la práctica estricta de la antropología física y la biología humana parece que son obvias. A partir de este punto se iniciaría el debate sobre una antropología biológica activista, debate que parece cada vez más necesario.

REFERENCIAS

Anderson, J. y E. Trinkaus

1998 Patterns of Sexual, Bilateral and Interpopulational Variation in Human Femoral Neck-Shaft Angles. *Journal of Anatomy* 192: 279-285.

Bogin, B.

1995 Plasticity in the Growth of Mayan Refugee Children Living in the United States. En *Human Variability and Plasticity* (editado por C.G.N. Mascie-Taylor y B. Bogin). Cambridge University Press, Cambridge.

Iscan, M.Y., S.R. Loth, C.A. King, D. Shihai y M. Yoshino

1998 Sexual Dimorphism in the Humerus: A Comparative Analysis of Chinese, Japanese and Thais. *Journal of Forensic Science Int* 98:17-29.

King, C.A, M.Y. Iscan y S.R. Loth

1998 Metric and Comparative Analysis of Sexual Dimorphism in the Thai Femur. *Journal of Forensic Science* 43: 954-958.

Komlos, J.

1994 *Stature, Living Standards, and Economic Development*. University of Chicago Press, Chicago.

PNUD, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

1998 *Guatemala: los contrastes del desarrollo humano*. Guatemala: Naciones Unidas.

Ruff, C.B., W.W. Scott y A.Y. Liu

1991 Articular and Diaphyseal Remodeling of the Proximal Femur with Changes in Body Mass in Adults. *American Journal of Physical Anthropology* 86: 397-413.

Ruff, C.B. y W.C. Hayes

1988 Sex Differences in Age-Related Remodeling of the Femur and Tibia. *Journal of Orthopedic Research* 6: 886-896.

Seidemann, R.M., C.M. Stojanowski y G.H. Doran

1998 The Use of the Supero-Inferior Femoral Neck Diameter as a Sex Assessor. *American Journal of Physical Anthropology* 107: 305-313.

Stojanowski, C.M. y R.M. Seidemann

1999 A Re-Evaluation of the Sex Prediction Accuracy of the Minimum Supero-Inferior Femoral Neck Diameter for Modern Individuals. *Journal of Forensic Science* 44: 1215-1218.