

CAPÍTULO 9

El Método Craneofuncional

Marina Laura Sardi

The craniofunctional method was developed by Héctor Mario Pucciarelli based on the Functional Matrix Hypothesis. The goal was to provide an alternative method, contrasting with classic craniometry that presents limited potential to explain biological causes of human variation.

The database contains several populations of diverse origins and it enables to assess subjects, such as population history, geographic variation, adaptation and morphological integration of the human skull.

Gran parte del campo disciplinar de la Antropología Biológica se ha basado desde sus orígenes en comparaciones de morfología craneana de diferentes poblaciones humanas. Desde la segunda mitad del siglo XX se generalizaron las comparaciones multivariadas de mediciones craneométricas en individuos adultos a fin de inferir los mecanismos responsables del patrón de diversificación entre poblaciones y entre especies -e.g. deriva y flujo génicos- para dilucidar la historia de las poblaciones a nivel global o regional.

Hasta el presente se han utilizado mediciones estandarizadas en la Convención de Mónaco de 1906 o aquellas publicadas por William Howells (1973), mediciones que presentan grandes limitaciones. Si se considera el ancho máximo facial (entre ambos puntos Cigion) por ejemplo, dos poblaciones pueden diferir por diferencias en el ancho de la cavidad nasal, del maxilar, del arco cigomático o de todas las estructuras a la vez. Es decir, las mediciones e índices estimados abarcan regiones del cráneo más o menos amplias y con distinto contenido tisular y procedencia embriológica, dificultando inferir los factores que produjeron la variación. Esto no se consideraba relevante dada la menor importancia que se concedieron en los

División Antropología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina
Correspondencia: División Antropología. Museo de La Plata. Paseo del Bosque s/n. 1900 La Plata. Argentina. msardi@fcnym.unlp.edu.ar
Financiamiento: Proyecto de Incentivos N788 UNLP

estudios craneométricos a mecanismos dependientes del ambiente, como selección natural o plasticidad fenotípica.

De allí que Héctor Pucciarelli, con su amplia práctica en trabajo experimental (Oyhenart y Cesani, 2016) y habiendo comenzado sus propuestas sobre el poblamiento de América (Neves y Pucciarelli, 1991) se preguntara regularmente “¿Sirve para algo obtener una diferencia estadística que no pueda ser explicada por un efecto biológico? No. Y ¿Por qué no puede ser explicada por un efecto biológico?” (Pucciarelli, 2008:23).

El método craneofuncional (MCF) fue su propuesta y respuesta. El mismo se sustenta en la Hipótesis de la Matriz Funcional desarrollada por Melvin Moss y su valor se sustenta en los numerosos trabajos publicados. Si bien es resultado de un proyecto comenzado en el año 1996 en el Museo de La Plata (Universidad Nacional de La Plata), el MCF se fundó en el propio trabajo de Héctor Pucciarelli junto con Melvin Moss, en la década del 80 y en sus experiencias de trabajo experimental (e.g. Pucciarelli, 1981; Pucciarelli et al., 1990, 2000; Oyhenart y Cesani, 2016) en los que se buscaba dilucidar la influencia de diversos factores, tales como la desnutrición y la deformación craneana, en la variación craneométrica de ratas y primates no humanos.

Fundamentos Teóricos del MCF

El crecimiento craneofacial se consideraba hasta la primera mitad del siglo XX como predeterminado genéticamente (Carlson, 2005). Posteriormente se desarrollaron nuevas teorías a medida que se logró mayor comprensión de cómo las células son afectadas durante el desarrollo por productos celulares, hormonas, tensiones mecánicas, entre otros factores y se conocieron los mecanismos de crecimiento aposicional (vs intersticial) del hueso.

Una alternativa al paradigma genético fue desarrollada por Melvin Moss en su Hipótesis de la Matriz Funcional (Moss e Young, 1960; Moss, 1973). Esta se inspiró en el análisis funcional de los vertebrados de van der Klaauw (1948-1952), quien consideraba al cráneo como un complejo de componentes funcionales relativamente separados, a veces desunidos, otras unidos en un todo morfológico, pero aún así con una cierta independencia en tamaño absoluto y relativo, posición y agrupamiento. Así, van der Klaaw (1948-1952) distinguió componentes con su forma y tamaño individual, componentes cuyo tamaño y forma muestran el efecto del ambiente y componentes desprovistos de cualquier tamaño y forma específicos.

Moss e Young (1960) sugirieron entonces que la forma del cráneo está en relación con sus funciones primarias de sostén y protección de los tejidos blandos, órganos y cavidades con las que se relacionan. Propusie-

ron que la regulación del crecimiento óseo no resulta de su propio potencial intrínseco (i.e. genético) sino de respuestas a demandas primarias (epigenéticas) de los tejidos no esqueléticos, órganos y espacios funcionales que llevan a cabo las funciones de la cabeza y cuello y puede ser comprendida en términos de componentes funcionales (Moss, 1973).

Un componente funcional, relacionado con funciones de digestión, respiración, audición, etc., está formado por dos elementos. La *matriz funcional*, por un lado, comprende los tejidos, órganos, glándulas y espacios necesarios para desarrollar una función y por otro lado, la *unidad esquelética*, que involucra los tejidos que aseguran protección biomecánica y soporte a la matriz funcional (huesos, cartílagos y tendones). Pueden distinguirse matrices capsulares (cavidades y órganos mayores como el cerebro y el ojo), que actúan indirecta y pasivamente sobre el hueso produciendo cambios espaciales como resultado de la expansión de dichas matrices; además, están las matrices periosteales (músculos, dientes, glándulas y estructuras neurovasculares), que actúan directa y activamente sobre el hueso circundante que es modificado porque las demandas funcionales producen cambios de tamaño y forma (Moss, 1969). Se distinguen además unidades macrosqueléticas, relacionadas a matrices capsulares o más bien a componentes funcionales enteros, como la cavidad endocraneana y unidades microsqueléticas, que expresan las restricciones de las matrices periosteales (e.g. tuberosidades para inserción muscular) a través de reabsorción y depósito o por crecimiento peri o endocondral (Moss, 1969). Debido a la particular asociación entre esqueleto y matrices, los componentes pueden clasificarse en: contiguos (una única unidad esquelética con diferentes matrices) y adyacentes (diferentes unidades esqueléticas con una única matriz funcional) (Moss y Simon, 1968).

Esta hipótesis encuentra apoyo en numerosos estudios experimentales sobre, por ejemplo, extirpaciones de distintos huesos y órganos en diferentes vertebrados, destacándose los estudios de crecimiento sutural de la bóveda que sugirieron que las suturas responden adaptativamente a las tensiones del cerebro en crecimiento. Si bien subestimaba la influencia genética, Moss (1997) actualizó su propuesta a la luz de nuevos conocimientos sobre la regulación genómica y epigenómica de la morfología; por ejemplo, los complejos de genes *Homeobox* que intervienen tempranamente en la morfogénesis craneana (Gilbert, 2005) y los factores intrínsecos que actúan en las sincondrosis basicraneanas durante la ontogenia tardía (Opperman et al., 2005).

Se ha cuestionado en esta hipótesis el supuesto de independencia de las matrices ya que éstas interactúan con otras matrices y unidades

esqueletarias asociadas, como sugiere el Principio de la Contraparte de Donald Enlow (Bastir y Rosas, 2005), por el cual el crecimiento de cualquier parte del cráneo se relaciona y ajusta con su contraparte estructural. La órbita y el neurocráneo anterior, por ejemplo, formarían un compartimento relativamente independiente de la fosa craneal media y la rama mandibular (Bastir y Rosas, 2005). Otros modelos enfatizan el rol de factores integradores (e.g. hormonas) en el crecimiento. No obstante y más allá de sus limitaciones, hay acuerdo en que la Hipótesis Funcional constituyó una síntesis heurística superadora de los modos de concebir la morfología (Carlson, 2005).

Componentes Funcionales y Técnica de Registro

Las mediciones involucran dos componentes funcionales mayores -neural y facial- y ocho menores: neural anterior, neural medio, neural posterior y ótico, correspondientes al componente neural mayor y óptico, respiratorio, masticatorio y alveolar, correspondientes a la cara. Cada componente comprende matrices funcionales específicas (Sardi et al., 2004, 2006) (Tabla 1). Siguiendo a Moss (1969), los componentes neurales anterior, medio y posterior, ótico y óptico comprenderían matrices principalmente capsulares, en tanto que los restantes, matrices periosteales.

Tabla 1. Principales matrices funcionales de los componentes menores

Componente	Matriz funcional
Neural anterior	Porción del cerebro (principalmente, lóbulos anteriores) relacionada al frontal y la fosa craneal anterior, meninges, líquido céfalo-raquídeo, seno frontal
Neural medio	Porción del cerebro (principalmente, lóbulos anteriores) relacionada los parietales, fosa craneal media y parte de la fosa posterior, tallo cerebral, meninges, líquido céfalo-raquídeo
Neural posterior	Cerebelo, meninges, líquido céfalo-raquídeo
Ótico	Cavidades, conductos, huesecillos, tímpano, ligamentos
Óptico	Globo ocular, músculos orbitarios, nervio óptico, tejido adiposo, ligamentos
Respiratorio	Cavidad funcional, mucosas respiratorias y olfatorias
Masticatorio	Músculos masticatorios; principalmente el músculo temporal que se inserta en las paredes de la bóveda, ocupa el arco cigomático y el masetero, el cual se origina propiamente en el arco cigomático y desciende hasta la mandíbula
Alveolar	Dentición, mucosas orales, lengua

Los componentes mayores y menores están representados por tres mediciones -longitud, ancho y altura- ortogonales o casi ortogonales entre sí (Tabla 2, Figuras 1-3). La técnica funcional, los puntos craneométricos y el instrumental fueron publicados en Sardi (2002), Pucciarelli et al. (2006), Sardi et al. (2006), Sardi y Ramírez Rozzi (2007), entre otros, pero en Pucciarelli (2008) se ofrecen detalles del procedimiento a partir del uso de calibres. Para el registro se requiere de: calibre tipo Vernier (CV) de ramas rectas para medir diámetros externos, diámetros internos y rama para profundidades, calibre de ramas curvas (CRC), calibre con rama central deslizante (CCD) y calibre de ramas deslizantes (tipo Poech) (CP).

Tabla 2. Registro de mediciones, basado en Pucciarelli (2008). La ubicación de los *landmarks* y mediciones pueden observarse en Figuras 1-3

Abreviatura, Nombre, Referencias	Landmarks y Modo de Registro	Calibre
LN: Longitud neural Fig. 1	1. Nasion; 2. Opistocráneo Distancia directa	CRC
AN: Ancho neural Fig. 2	3. Eurion derecho; 4. Eurion izquierdo Proyección lateral, tomada sobre los parietales	CRC
HN: Altura neural Fig. 1	5. Basion; 6. Vértex Distancia directa	CRC
LF: Longitud facial Fig. 1	7. Prosthion; 8. Hormion Proyección anteroposterior	CP
AF: Ancho facial Fig. 2	9. Cigion derecho; 10. Cigion izquierdo Distancia directa	CRC
HF: Altura facial Fig. 1	1. Nasion; 7. Prosthion Proyección vertical	CP
LNA: Longitud neural anterior Fig. 1	11. Glabella; 12. Bregma Proyección anteroposterior	CP
ANA: Ancho neural anterior Fig. 2	13. Pterion derecho; 14. Pterion izquierdo Distancia directa	CRC
HNA: Altura neural anterior Fig. 1	8. Hormion; 12. Bregma Distancia directa	CRC
LNM: Longitud neural media Fig. 1	12. Bregma; 15. Lambda Proyección anteroposterior	CP

Tabla 2. (Continuación)

Abreviatura, Nombre, Referencias	Landmarks y Modo de Registro	Calibre
ANM: Ancho neural medio Fig. 2	idem AN	
HNM: Altura neural media Fig. 1	5. Basion; 12. Bregma Distancia directa	CRC
LNP: Longitud neural posterior Fig. 1	2. Opistocráneo; 16. Opistion Proyección anteroposterior	CP
ANP: Ancho neural posterior	17. Asterion derecho; 18. Asterion izquierdo Distancia directa	CV o CRC
HNP: Altura neural posterior Fig. 1	15. Lambda; 16. Opistion Proyección vertical	CP
LOT: Longitud ótica Fig. 3	19. Extremo postero-inferior del hueso timpánico; 20. Punto medio del extremo inferior del hueso petroso Distancia directa, del lado izquierdo	CV
AOT: Ancho ótico Fig. 1	21. Punto más anterior de entrada del conducto auditivo externo izquierdo; 22. Punto más posterior del conducto izquierdo Distancia directa, perpendicular a HOT	CV
HOT: Altura ótica Fig. 1	23. Porion; 24. Punto más inferior de entrada del conducto auditivo externo izquierdo Distancia directa	CV
LO: Longitud óptica Fig. 2	25. Dacrion; 26. Borde inferior del agujero orbitario Distancia directa, tomada en órbita izquierda	CV
AO: Ancho óptico Fig. 2	25. Dacrion; 27. Ectoconquio Distancia directa siguiendo el eje transversal de la órbita izquierda y perpendicular a HO	CV
HO: Altura óptica Fig. 2	28. Supraorbital; 29. Infraorbital Distancia directa, en órbita izquierda	CV
LR: Longitud respiratoria Fig. 3	30. Subnasal; 31. Espina nasal posterior Distancia directa	CV o CRC

Tabla 2. (Continuación)

Abreviatura, Nombre, Referencias	Landmarks y Modo de Registro	Calibre
AR: Ancho respiratorio Fig. 2	32. Alar derecho; 33. Alar izquierdo Distancia directa	CV
HR: Altura respiratoria Fig. 1	1. Nasion; 30. Subnasal Proyección vertical	CP
LM: Longitud masticatoria Fig. 3	34. Cigomaxilar; 35. Punto más posterior de la cavidad glenoidea izquierda Proyección anteroposterior	CP
AM: Ancho masticatorio Fig. 3	36. Surco anterior a la cresta esfenotemporal; 37. Punto más inferior de la sutura Cigotemporal (si la sutura es plana se toma el punto medio) Proyección lateral	CP
HM: Altura masticatoria Fig. 3	37. Punto más inferior de la sutura Cigotemporal; 38. Estefanion superior (intersección de la línea temporal superior y la sutura coronal) Proyección vertical	CP
LA: Longitud alveolar Fig. 3	7. Prosthion; 39. punto más posterior del arco alveolar Proyección anteroposterior	CP
AA: Ancho alveolar Figs. 2, 3	40. Borde alveolar externo derecho; 41. Borde alveolar externo izquierdo, ambos a la altura del M2 Distancia directa. En individuos adultos coincide con la mayor apertura del calibre	CV o CRC
HA: Altura alveolar Fig. 3	41. Borde alveolar externo izquierdo; 42. Sutura intermaxilar. Si existe una cresta, debe medirse a lado Distancia directa	CCD

Para la toma de mediciones ortogonales el cráneo debe ser orientado según el plano de *Frankfurt* que es la referencia (ver detalles en Tabla 2, Figuras 1-3). Las proyecciones anteroposteriores (i.e. longitudes) deben ser paralelas al plano de *Frankfurt* y al plano sagital del cráneo; las proyecciones laterales (i.e. anchos), perpendiculares al plano sagital y paralelos al

plano de *Frankfurt*; en tanto que las proyecciones verticales (i.e. alturas), paralelas al plano sagital y perpendiculares al de *Frankfurt*. En los componentes ótico y óptico, las mediciones son ortogonales entre sí, pero sin referenciarse en el plano de Frankfurt (Tabla 2). Algunas mediciones no pueden registrarse de modo ortogonal dado que los *landmarks* se ubican en regiones solo accesibles para calibres Vernier o de ramas curvas que sólo permiten registrar distancias directas, por ejemplo, las alturas neurales anterior y media (Tabla 2).

Las mediciones pueden también reconstruirse a partir de *landmarks* tomados en imágenes de Rayos X o fotografías o bien de registros tridimensionales realizados con Microscribe, fotogrametría, tomografías computadas, etc. (e.g. Barbeito-Andrés et al., 2011; Anzelmo et al., 2012).

Muestras

La base de datos organizada por Héctor Pucciarelli se compone de individuos adultos, tomando como criterio para su inclusión el cierre de la sincondrosis esfeno-basilar. Las muestras tienen en su mayoría individuos de ambos sexos. En aquellos casos en que el sexo no era conocido, se estimó siguiendo las recomendaciones de Buikstra y Ubelaker (1994) para rasgos del cráneo.

Las muestras se seleccionaron principalmente según un criterio geográfico, representando amplias regiones geográficas del continente americano y de otros continentes. La extensa representación de aborígenes americanos se debe a que la recolección de datos se inició bajo un proyecto que buscaba discutir la supuesta homogeneidad biológica de las poblaciones de América y reconstruir las principales rutas de poblamiento del continente.

Propiedades y Alcances del MCF

El MCF involucra 30 variables, mucho menos que las propuestas por Howells (1973), cuya ventaja pragmática es el menor tiempo involucrado en la medición de cada individuo, aunque sin subestimar la variabilidad craneométrica. Desde el punto de vista geométrico, el MCF presenta numerosas propiedades (Sardi, 2002; Pucciarelli, 2008). En primer lugar, cada componente se mide de modo tridimensional -longitud, ancho y altura- porque la variación puede seguir diferentes direcciones y porque un cambio en una dimensión puede asociarse directa o inversamente a cambios en otra. Por ejemplo, tradicionalmente, la variación del índice nasal (ancho/altura nasal) se ha asociado al clima; las narices más angostas y altas de poblaciones de climas fríos proveerían mayor superficie de calentamiento del aire. Recientemente se ha observado que ese rasgo se asocia

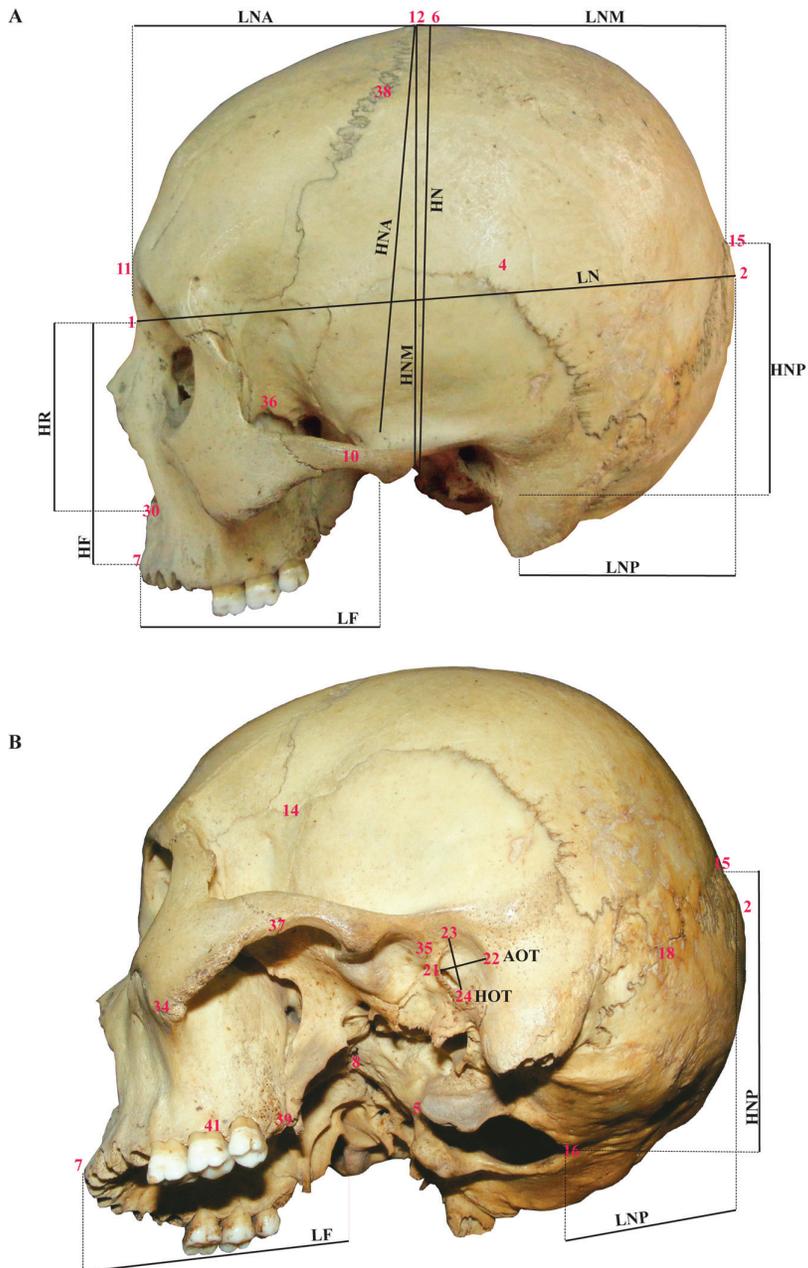
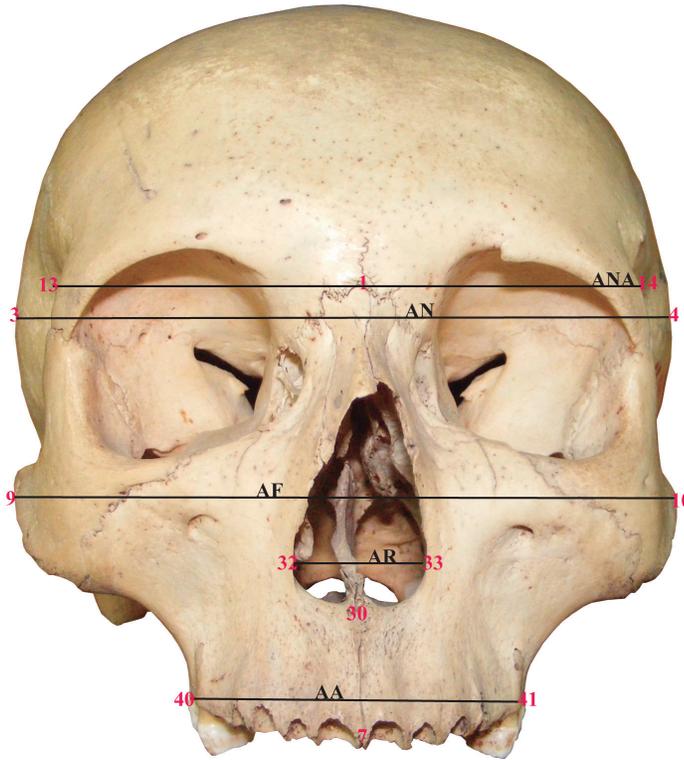


Figura 1. A) Cráneo en vista lateral. B) Cráneo en perspectiva para mostrar mediciones y landmarks basicraneanos. La línea sólida representa la medida a registrar.

A



B

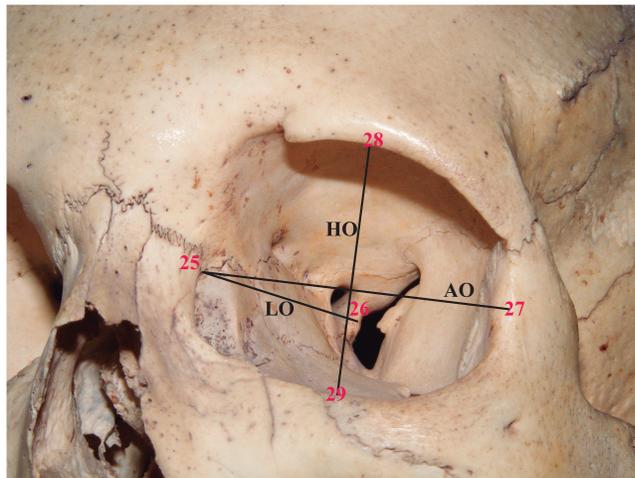


Figura 2. A) Cráneo en vista frontal. B) Órbita.

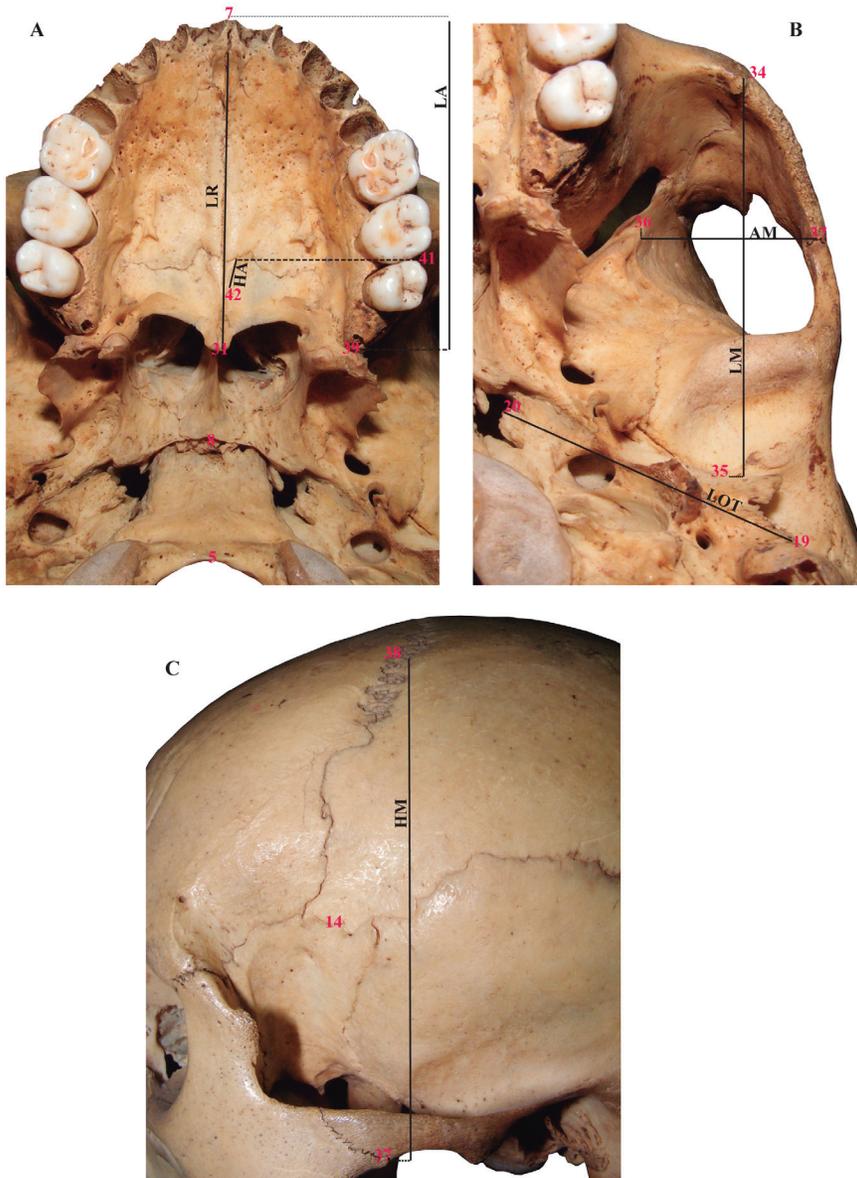


Figura 3. A) Arco alveolar, paladar y apófisis basilar. B) Fosa temporal en vista basilar. C) Fosa temporal en vista lateral. La línea sólida representa la medida a registrar.

con un aumento de la profundidad de las vías aéreas (Noback et al., 2011), aumentando así la superficie. En segundo lugar, las medidas, al ser ortogonales, evitan el solapamiento de dimensiones. Es decir, no redundan en información geométrica. En tercer lugar, cada componente está equitativamente representado, dado que presenta la misma cantidad de mediciones. Permiten, por ello el cálculo de índices volumétricos y morfométricos, por ejemplo, comparables entre sí (Sardi et al., 2004, 2006). En cuarto lugar, si bien las variables funcionales son tomadas sobre la unidad esquelética, cada componente involucra matrices específicas (Tabla 1) o sea que las mediciones permiten explicar variación biológica. Esto aporta una característica relevante ya que la matriz de correlaciones representa correlaciones orgánicas en lugar de las correlaciones espurias que representan otros métodos con medidas redundantes de una misma estructura (Armélagos y Van Gerven, 2003).

Como hace dos siglos, el estudio de las formas biológicas se basa en el análisis de caracteres construidos durante la comparación. Los caracteres, interpretados como unidades funcionales, anatómicas, del desarrollo o evolutivas, permiten la detección de patrones en tanto se reconozca algún modo de ordenarse o asociarse en la morfología.

El cráneo es una estructura compleja donde se ejercen numerosas funciones vitales a partir de órganos muy diferentes y es una estructura variable. Durante gran parte del siglo XX la variación craneana se ha interpretado bajo un sesgo tipológico y descriptivo (Armélagos y Van Gerven, 2003), pero se impuso progresivamente la necesidad de proponer explicaciones biológicas de la variación, incorporando la evidencia de los procesos epigenéticos que producen una morfología.

Para entender cómo se generan las diferencias morfológicas observadas en individuos adultos puede evaluarse el crecimiento y desarrollo en poblaciones y especies, lo que ha tenido un notable incremento en las últimas décadas. Puede asimismo evaluarse la variación adulta entre y dentro de poblaciones (y especies) relacionadas, considerando la información disponible sobre los patrones de variabilidad. Actualmente se conoce la interacción dinámica entre tejidos y órganos (Moss, 1969, 1973, 1997). Se acepta también que las matrices funcionales difieren en su origen embriológico (Gilbert, 2005), que presentan diferentes patrones de crecimiento (e.g. Bastir y Rosas, 2005; Buschang y Hinton, 2005; Sardi y Ramírez Rozzi, 2007), aunque jerárquicamente estructurados y con variables grados de integración y que pueden modificarse diferencialmente por el ambiente (e.g. celular, tisular, poblacional), variando su efecto en función del grado de desarrollo de las estructuras (e.g. Pucciarelli et al., 1990; Buschang y Hinton, 2005).

Al estar el MCF fundado en el marco teórico funcional permite lograr un abordaje analítico superador, así como la explicación de procesos. Otorga bases para formular hipótesis sobre la plasticidad de las estructuras durante el crecimiento y desarrollo craneofacial, la interacción epigenética entre factores intrínsecos y extrínsecos de las matrices y sobre los patrones y magnitudes de integración y modularidad que estructuran la variación en ciertos rasgos; por ejemplo, entre componentes contiguos y adyacentes, entre componentes afectados por numerosas matrices y componentes que comparten matrices.

Si bien el MCF propone el registro de dos componentes mayores y ocho componentes menores, dicha segmentación no debe ser limitante siempre que se delimiten componentes con algún criterio biológico. Es posible así, subdividir la cavidad nasal en una parte superior y otra inferior o considerar a cada diente con su alvéolo como un componente funcional. Aquí radica su potencial heurístico y su contribución a la formulación de hipótesis. Dada la posibilidad de seleccionar los componentes funcionales, en función del nivel de resolución con el cual se desea trabajar, es posible identificar la fuente de la variación observada y por tanto, estimar cuales han sido los factores que la produjeron (Pucciarelli et al., 1990).

Con el MCF no se soslaya la posibilidad de alcanzar objetivos de orden más bien taxonómico, como los de Howells (1973). Las variables, comparadas conjuntamente, permiten obtener distancias biológicas, alcanzando resultados similares a los logrados con el uso de variables clásicas (Luis y Sardi, 2000; Pucciarelli et al., 2006, 2008) y ser asociadas a otros modelos teóricos o empíricos, como el de distancia geográfica.

La diversidad de muestras contenidas en la base de datos ofrece la oportunidad de abordar estudios sobre variación regional, continental y mundial; en algunos casos, sobre variación temporal (Menéndez et al., 2015). Por su extensión geográfica, permite abordar estudios particularmente sobre las poblaciones aborígenes de América. Posibilita también evaluar aspectos como el dimorfismo sexual, la migración, el mestizaje, los cambios demográficos y adaptaciones (Perez et al., 2011; de Azevedo et al., 2012), contribuyendo a deconstruir discursos tipológicos y racistas sobre la variación humana y permitiendo comprender cómo pequeños cambios y ajustes morfológicos produjeron la enorme variación de la especie humana (Lieberman, 2011).

La publicación de la base de datos craneofuncionales constituye un avance en la divulgación de las investigaciones financiadas con fondos públicos (i.e. Universidad Nacional de La Plata y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina). Su circulación libre, gratuita

y sin restricciones promueve la generación de nuevos conocimientos en Antropología Biológica, aumenta la disponibilidad de información, reduce inequidades económicas y favorece el *data sharing* (Weber, 2015). Además, implica un mayor control del análisis y la publicación de resultados.

Consideraciones Sociales

Para construir la base de datos fue necesario recorrer museos, instituciones que vienen siendo fuertemente cuestionadas, principalmente por el modo en que se conformaron las colecciones osteológicas. En Argentina existe desde 2001, aunque vigente desde 2010, la Ley 25.517 de Restitución de Restos Humanos, que forman colecciones científicas, a los descendientes de pueblos originarios que los reclamen. Si bien hasta el momento se realizaron pocas restituciones, cabe esperar su incremento en frecuencia y magnitud, como ha ocurrido en otros países.

Las comunidades descendientes de pueblos originarios de América cuestionan la autoridad de los museos para conservar y decidir sobre los restos y el hecho de considerarlos “objeto de estudio”. Ven en dichos restos la corporalidad de los ancestros o espíritus, la evidencia material del genocidio y de la destrucción de sus modos tradicionales de vida, por ejemplo. Entonces, en el debate se encuentran solicitudes de restitución y entierro de los restos, por una parte y la posibilidad de conservar y abrir oportunidades para su estudio, por otro. Cualquier decisión política tiene consecuencias.

Las restituciones y entierros pueden producir secuelas profundas en ciertas áreas del conocimiento, pero son una oportunidad para asumir que ninguna investigación puede ser realizada si se afectan derechos individuales o colectivos, que es necesario modificar prácticas sobre los restos humanos y en particular, dar lugar a las demandas de las comunidades; por último, debe trabajarse en pos de un acceso irrestricto a los resultados que produce la investigación científica porque esto es una herramienta fundamental en la construcción de ciudadanía. La investigación básica, la publicación abierta y la democratización de la información, valores que siempre sostuvo Héctor Pucciarelli, también pueden constituir herramientas para el reconocimiento de derechos y éstos involucran o deben involucrar a todos los sectores sociales.

Literatura Citada

- Anzelmo M, Sardi ML, Barbeito-Andrés J, Pucciarelli HM. 2012. Alometrías ontogénicas y dimorfismo sexual en dos poblaciones humanas modernas. *Rev Arg Antropol Biol* 14:89-100.
- Armélagos GJ, Van Gerven DP. 2003. A century of skeletal biology and

- paleopathology: Contrasts, contradictions, and conflicts. *Am Anthropol* 105:51-62.
- Barbeito-Andrés J, Pucciarelli HM, Sardi ML. 2011. An ontogenetic approach to facial diversity in three native American populations. *Homo* 62:56-67.
- Bastir M, Rosas A. 2005. Hierarchical nature of morphological integration and modularity in the human posterior face. *Am J Phys Anthropol* 128:26-34. Doi:10.1002/ajpa.20191
- Buikstra JE, Ubelaker DH. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. Arkansas: Archaeological Survey Research (44).
- Buschang PH, Hinton RJ. 2005. A gradient of potential for modifying craniofacial growth. *Sem Orthod* 11:219-226. Doi:10.1053/j.sodo.2005.07.006
- Carlson DS. 2005. Theories of craniofacial growth in the postgenomic era. *Semin Orthod* 11:172-183. Doi:10.1053/j.sodo.2005.07.002
- de Azevedo S, Pucciarelli HM, Lanata JL, González-José R. 2012. Identificando señales de evolución no estocástica en la morfología craneofacial de poblaciones humanas modernas. *Rev Arg Antrop Biol* 14:113-129.
- Gilbert SF. 2005. *Biología del desarrollo*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Howells WW. 1973. *Cranial variation in man*. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology. Cambridge: Harvard University Press.
- Lieberman DE. 2011. *The evolution of the human head*. Harvard: Harvard University Press.
- Luis MA, Sardi ML. 2000. Comparación entre las técnicas craneofuncional y howelliana para explicar una prueba de diferenciación interpoblacional. VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Antropología Biológica:74.
- Menéndez LP, Perez SI, Pucciarelli HM, Bonomo M, Messineo PG, Gonzalez ME, Politis GG. 2015. Early Holocen human remains from the Argentinean pampas: Cranial variation in south America and the American peopling. *Paleoamerica* 1:251-265. Doi: 10.1179/2055556315Z.00000000031
- Moss ML. 1969. The differential roles of periosteal and capsular functional matrices in orofacial growth. *Rep Congr Eur Orthod Soc*:193-205.
- Moss ML. 1973. A functional cranial analysis of primate craniofacial growth. *Symposium IVth. Int Cong Primatol* 3:191-208.
- Moss ML. 1997. The functional matrix hypothesis revisited. 4. The epigen-

- etic antithesis and the resolving synthesis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 112:410-417. Doi:10.1016/S0889-5406(97)70049-0
- Moss ML, Young RW. 1960. A functional approach to craniology. *Am J Phys Anthropol* 18:281-291.
- Moss ML, Simon MR. 1968. Growth of the human mandibular angular process: A functional cranial analysis. *Am J Phys Anthropol* 28:127-138.
- Neves WA, Pucciarelli HM. 1991. Morphological affinities of the first Americans: An exploratory analysis based on early South American human remains. *J Hum Evol* 21:261-273.
- Noback ML, Harvati K, Spoor F. 2011. Climate-related variation of the human nasal cavity. *Am J Phys Anthropol* 145:599-614. Doi: 10.1002/ajpa.21523
- Opperman LA, Gakunga PT, Carlson DS. 2005. Genetic factors influencing morphogenesis and growth of sutures and synchondroses in the craniofacial complex. *Semin Orthod* 11:199-208. Doi:10.1053/j.sodo.2005.07.004
- Oyhenart EE, Cesani MF. 2016. El método experimental en Antropología Biológica. Historia y actualidad en Argentina. *Rev Arg Antrop Biol* 18. Doi:10.17139/raab.2016.0018.01.07
- Perez SI, Lema V, Diniz-Filho JAF, Bernal V, Gonzalez PN, Gobbo D, Pucciarelli HM. 2011. The role of diet and temperature in shaping cranial diversification of South American human populations: An approach based on spatial regression and divergence rate tests. *J Biogeogr* 38:148-163. Doi:10.1111/j.1365-2699.2010.02392.x
- Pucciarelli HM. 1981. Growth of the functional components of the rat skull and its alteration by nutritional effects. A multivariate analysis. *Am J Phys Anthropol* 56:33-41. Doi:10.1002/ajpa.1330560104
- Pucciarelli HM. 2008. Evolución y diversificación biológica humana desde la perspectiva craneofuncional. México: UNAM. Instituto de Investigaciones Antropológicas.
- Pucciarelli HM, Dressino V, Niveiro MH. 1990. Changes in skull components of the squirrel monkey evoked by growth and nutrition: An experimental study. *Am J Phys Anthropol* 81:535-543. Doi: 10.1002/ajpa.1330810409
- Pucciarelli HM, Muñe MC, Oyhenart EE, Orden AB, Villanueva ME, Rodríguez RR, Pons ER. 2000. Growth of skeletal components in the young squirrel monkey (*Saimiri sciureus boliviensis*): A longitudinal experiment. *Am J Phys Anthropol* 112:57-68. Doi:10.1002/(SICI)1096-8644(200005)112:1<57::AID-AJPA7>3.0.CO;2-Q

- Pucciarelli HM, Neves WA, González-José R, Sardi ML, Ramírez Rozzi F, Struck A, Bonilla MY. 2006. East-West cranial differentiation in pre-Columbian populations of South America. *Homo* 57:133-150. Doi:10.1016/j.jchb.2005.12.003
- Pucciarelli HM, Neves WA, González-José R, Sardi ML, Ramírez Rozzi F. 2008. East-West cranial differentiation in pre-Columbian populations from Central and North America. *J Hum Evol* 54:296-308. Doi:10.1016/j.jhevol.2007.08.011
- Sardi ML. 2002. Diferenciación craneofacial en poblaciones aborígenes de Patagonia y su relación con grupos americanos y extraamericanos. Tesis Doctoral Inédita. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- Sardi ML, Ramírez Rozzi F, Pucciarelli HM. 2004. The Neolithic transition in Europe and north Africa. The functional craniology contribution. *Anthropol Anz* 62:129-145.
- Sardi ML, Novellino PS, Pucciarelli HM. 2006. Craniofacial morphology in the Argentine center-west. Consequences of the transition to food production. *Am J Phys Anthropol* 130:333-340. Doi: 10.1002/ajpa.20379
- Sardi ML, Ramírez Rozzi FV. 2007. Developmental connections between cranial components and the emergence of the first permanent molar in humans. *J Anat* 210:406-417. Doi:10.1111/j.1469-7580.2007.00701.x
- van der Klaauw CJ. 1948-1952. Size and position of the functional components of the skull. *Arch Neerl Zool* 9:1-559.
- Weber GW. 2015. Virtual anthropology. *Yrbk Phys Anthropol* 156:22-42. Doi:10.1002/ajpa.22658