

# POBLAMIENTO TEMPRANO DE AMÉRICA Y DIVERSIFICACIÓN EVOLUTIVA

Héctor M. Pucciarelli,<sup>1,2</sup> Marina L. Sardi,<sup>1</sup>  
José C. Jimenéz López<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*División Antropología del Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
Universidad Nacional de La Plata, Argentina*

<sup>2</sup>*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina*

<sup>3</sup>*Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México*

## RESUMEN

Con el propósito de determinar las diferencias del crecimiento absoluto (tamaño) y relativo (forma) de los componentes funcionales mayores (neurocraneano y facial) y menores (anteroneural, mesoneural, posteroneural, ótico, óptico, respiratorio, masticatorio y alveolar) entre paleoamericanos y amerindios, se realizó un estudio de craneología funcional en cinco poblaciones americanas. Para ello se plantearon las siguientes hipótesis de nulidad: 1) existen diferencias no significativas en la estructura craneofacial entre poblaciones del substrato paleoamericano de Meso y Sudamérica, por cuanto son producto de un solo efecto dispersivo; 2) la variabilidad biológica de las poblaciones paleoamericanas arcaicas y recientes se basa en una diferenciación aleatoria de sus componentes craneanos funcionales, producto de la deriva y de un mosaico de efectos provocados por migración, en ausencia de procesos *in situ* basados en selección-adaptación. El rechazo de ambas hipótesis permitió concluir que: 1) las diferencias encontradas entre los paleoamericanos de Lagoa Santa y del valle de México sobrepasan todo posible efecto estocástico. La disrupción neurofacial implica un efecto forma asociado con un efecto tamaño que provocó por un lado, una disminución estatural en Lagoa Santa y, por el otro, un decrecimiento de su facialización, expresado por el significativo incremento de contenido neural por unidad de volumen facial; 2) la variación hallada entre componentes funcionales menores no presentó dis-

posición en mosaico sino tendencias definidas, dadas por la variación sistemática de un mínimo de dos (Valle-Tlatilco) y un máximo de cuatro (Valle-Fueguinos) diferencias significativas; la menor variación se halla separada sólo por un vector de tiempo (paleoamericanos *vs.* arcaicos), mientras que la mayor variación lo está por un doble vector espacial y temporal (paleoamericanos mesoamericanos *vs.* amerindios sudamericanos).

**PALABRAS CLAVE:** craneología funcional, paleoamericanos, amerindios, adaptación.

### ABSTRACT

A study of functional craniology between paleoamericans and amerindians was made to measure the differences in absolute (size) and relative (shape) growth of the following major (neurocranium and face), and minor (anteroneural, midneural, posteroneural, otic, optic, respiratory, masticatory, and alveolar) cranial components, between five american populations. Two nullity hypotheses were set: 1) There are nonsignificant cranial and facial differences between the Paleoamericans from Mexico Valley and those from Lagoa Santa, since both populations belonged to the same substratum; 2) The biological variability between Paleoamericans, and Archaic, and/or Recent Americans depended upon the random variation in both major and minor functional components, evoked by drift and miscegenation, but not by adaptation. Both hypotheses were rejected, allowing us to conclude that: 1) Paleoamerican differences overflowed all possible stochastic effect. The neural-facial growth disruption implied that size plus shape effects acted, evoking an statural lowering in Lagoa Santa with respect to Valley, its decrement in facial size, being expressed by the increment of neurocranium per unit of face size; 2) the minor functional cranial differences found showed definite trends evoked by a minimum of two (Valley-Tlatilco comparison), and a maximum of four (Valley-Fuegian comparison) minor components; being the less variable separated by a time vector (Paleoamerican *vs.* Archaic); while those of greater variability were separated by a space plus time vector (Paleoamericans from Mexico valley *vs.* Amerindians from South America).

**KEY WORDS:** functional craniology, paleoamericans, amerindians, adaptation.

### INTRODUCCIÓN

Se han realizado numerosos intentos para explicar el origen de la diversidad humana autóctona del continente americano. Hasta me-

diados del siglo XX, las explicaciones se basaron —excepto los esfuerzos realizados por Ameghino— en procesos migratorios de carácter difusionista, esto es, la migración como un proceso más en la concepción evolucionista de la historia natural. Había una “oleada” o capa migratoria por cada “tipo morfológico” previamente definido. El origen y cantidad de dichas oleadas variaba en función de la cantidad de tipos morfológicos observables, que muchas veces estaban influidos por el subjetivismo del observador. Las formas intermedias se explicaban por miscegenación entre oleadas contemporáneas. Este paradigma difusionista fue reemplazado por otro en el que la migración pasó a ser sólo un mecanismo evolutivo, ocupando la deriva génica un rol primordial en la diferenciación interpoblacional. Sin embargo, los procesos evolutivos no estocásticos, como los que actúan por selección adaptativa, que pueden ser tan importantes como la propia “migración-deriva” se toman poco en cuenta. En este trabajo se sostiene que un proceso tan complejo como el poblamiento de todo un subcontinente, a lo largo de más de 10 000 años, sólo puede ser explicado por una concurrencia de factores, entre los que deben contarse la migración, la microevolución y la adaptación.

A partir de la década del ochenta se sucedieron diversas hipótesis explicativas del poblamiento americano, algunas apoyadas en resultados provistos por la genética, la lingüística y/o la morfología craneofacial, mediante las cuales se propició la existencia de una (Szathmáry, 1981; 1984; Merriwether *et al.*, 1995; Bonatto y Salzano, 1997a; 1997b), tres (Greenberg *et al.*, 1986; Turner, 1987; 1992; Lahr, 1995) o cuatro (Neves y Pucciarelli, 1990; 1991; 1998; Steele y Powell, 1992; 1993; Neves *et al.*, 1999a; 1999b; Powell y Neves, 1999) capas migratorias. Actualmente, esto debe analizarse desde dos perspectivas; una es la reconsideración del número de componentes de la megapoblación sudamericana, así como de sus vías de entrada; la otra es la consideración del papel de un factor evolutivo no comprendido dentro del esquema habitual de migración/microevolución, tal como la selección-adaptación.

En el primer caso se opta por prescindir del número de migraciones americanas en favor de una posición más conceptual, hablando concretamente de cuántas megapoblaciones (una megapoblación puede generar más de una migración) pueden haber intervenido en el poblamiento sudamericano. Neves y Pucciarelli hablan de dos: paleoamericano y amerindio. En términos técnicos, se trata de un sis-

tema de dos componentes: “the Two Component Settlement Model (TCM) for the Americas” (González *et al.*, 2001). El sistema es la población total autóctona sudamericana y los componentes, las dos megapoblaciones consideradas: uno es cronológicamente anterior, con ingreso probable hacia 15 000-10 000 AP, de extracción no mongoloide –morfológicamente próximo a africanos y australianos– que ha originado a los paleoamericanos y a su posible descendencia histórica y otro más moderno, con ingreso posterior al 8 000 AP, de presunto origen nordasiático y que habría originado a la mayoría de los amerindios existentes.

El tránsito transberíngeo como única ruta de poblamiento también debe ser puesto en duda. Por lo que hasta hoy se conoce, dicho modelo no coincide con el gradiente Norte-Sud de antigüedades radiocarbónicas. Los fechamientos aceptados para el sitio de Monteverde y las escasas diferencias que existen entre los yacimientos de Norte y Sudamérica, señalan como plausible una migración “paraberríngea” temprana, esto es, una migración costera –no transoceánica– que bordeando la costa pacífica del estrecho y luego del continente, pudo llegar a zonas libres del bloqueo glacial que se encontraba hacia Centro y Sudamérica durante la transición pleistoceno-holocénica. Esto implica la probable existencia de migraciones complementarias en dirección sur-norte surgidas de los desembarques costeros que hayan podido poblar el continente por tierra y puedan explicar satisfactoriamente la *quasi* contemporaneidad de los fechamientos tempranos del norte y del sur del continente y aún las presumibles antigüedades de alrededor de 14 000 años registradas en el sur, como las de Pachamachay (Perú), Lapa Vermelha IV (Brasil), Monteverde (Chile) y Los Toldos (Argentina).

El segundo problema constituye nuestro principal núcleo de preocupación, esto es, la posibilidad de que parte de la variabilidad humana sudamericana pueda ser explicada por procesos selectivo-adaptativos. No es improbable que, dado el conocimiento que se tiene sobre la posible densidad poblacional de los cazadores-recolectores del paleoamericano, éstos no hayan sido extinguidos por las poblaciones del segundo componente, al menos no antes de haber originado nuevos grupos que, por radiación adaptativa hayan poblado gran parte de los ecosistemas que, libres aún de presencia humana, hayan existido por entonces. En apoyo de esta concepción fi-

guran los últimos trabajos de craneología funcional (Pucciarelli *et al.*, 1990; 1999; 2002; Dressino y Pucciarelli, 1999) que permiten extraer conclusiones evolutivas, además de la mera taxonomía derivada de las comparaciones basadas en los sistemas clásicos de craneometría, aun de los métodos más avanzados, tales como el propuesto por Howells (1973; 1996). Nuestro estudio se basa en la teoría funcional del cráneo, propuesta por Klaauw (1948-1952) para el cráneo mamífero, en general, y por Moss y Young (1960) para el cráneo humano, en particular. El objeto fue examinar las hipótesis de nulidad: 1) “existen diferencias no significativas en la estructura craneofacial entre poblaciones del substrato paleoamericano de Meso y Sudamérica, por cuanto son producto de un solo efecto dispersivo”; 2) “la variabilidad biológica de las poblaciones paleoamericanas, arcaicas y recientes se basa en una diferenciación aleatoria de sus componentes craneanos funcionales, producto de la deriva y de un mosaico de efectos causado por migración y ausencia de procesos *in situ* basados en la selección-adaptación”. La aceptación de ambas hipótesis apoyará un criterio de discontinuidad temporal, con alta incidencia de migraciones y rol secundario de mecanismos evolutivos, restringidos a procesos de deriva génica. El rechazo de ambas hipótesis implicará que por un lado, el paleoamericano no fue un substrato morfológicamente homogéneo, y por el otro, que –al menos en parte– las poblaciones posteriores al paleoamericano pudieron originarse de uno o varios núcleos centrales, con alta incidencia de diversificación evolutiva. Esto conducirá inevitablemente a un criterio de aceptación de importantes procesos evolutivos no circunscritos a la deriva génica, obligando a una revisión conceptual de lo admitido hasta el momento para el poblamiento americano.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 39 cráneos pertenecientes a regiones del valle de México en diferentes épocas: paleoamericanos (*Valle* =>10 000 AP), arcaicos (*Tlatilco* =>2 000 AP) y recientes (*Tlatelolco*<500 AP). Todos pertenecientes al Instituto Nacional de Antropología e Historia de México. A estas muestras se agregaron una de 10 paleoamericanos (*Lagoa Santa* => 9 000 AP), perteneciente a la colección Harold

Walter, de Minas Gerais, Brasil y otra de 10 amerindios modernos de Tierra del Fuego (*Fueguinos* <500 AP) perteneciente al Museo de La Plata, Argentina.

A cada cráneo se le tomaron 30 medidas craneofuncionales consistentes en una longitud ( $L_x$ ), un ancho ( $W_x$ ) y una altura ( $H_x$ ) de cada componente funcional mayor (neurocraneano y facial) y menor (anteroneural, mesoneural, posteroneural y ótico, para el neurocráneo y óptico, respiratorio, masticatorio y alveolar, para el cráneo facial). Se calcularon los índices volumétricos de cada componente ( $VI_x$ ), como media geométrica de las tres dimensiones, y el morfométrico ( $MI_x$ ), que mide el tamaño relativo de cada componente respecto de la suma de los componentes menores que integran un componente mayor.

$$VI_x = \sqrt[3]{(L_x W_x H_x)}$$

Los índices volumétricos se estandarizaron para eliminar el efecto escala, pero no el efecto tamaño. Los índices morfométricos explican el comportamiento de cada componente funcional libre del efecto tamaño, en términos de variación relativa de volumen entre los componentes menores dentro cada componente mayor. Esto implica una variante alternativa de eliminar el efecto tamaño y su expresión es:

$$MI_x = 100 VI_x / VI_t$$

donde  $VI_t$  es igual a la suma de los cuatro componentes menores de cada componente mayor.

La estadística univariada se aplicó sobre los índices volumétricos y morfométricos. Consistió en pruebas de Kolmogorov-Smirnov para una muestra que en todos los casos dio diferencias no significativas, indicando distribuciones simétricas de frecuencias para los índices. La magnitud y significación de las diferencias en cada componente funcional se obtuvo mediante la fórmula de diferencias porcentuales de las distancias univariadas  $sD^2$  de Mahalanobis, que expresa el porcentaje en el que se diferencia un mismo componente entre dos muestras.

$$sD_y^2 = 100 D_y^2 / (\sum D_{1...x}^2), \text{ donde:}$$

$D_y^2$  = distancia absoluta (no estandarizada) obtenida sobre un componente

$sD_y^2$  = distancia estandarizada en forma porcentual

$\sum D_{1...x}^2$  = suma de las distancias absolutas obtenidas separadamente para los componentes mayores y menores. Por ejemplo:  $D_{\text{neurocraneana}}^2 + D_{\text{facial}}^2 + D_{\text{neurofacial}}^2$  para los componentes mayores). Así, una  $sD^2 = 14$  para VFI entre Valle y Lagoa Santa indica que el componente facial es 14% mayor en Valle que en Lagoa Santa.

La estadística multivariada consistió en el análisis discriminante y clusters jerárquicos con linkage promedio y distancias euclidianas, realizados sobre los escores canónicos del análisis discriminante. La tarea estadística se realizó mediante el programa SYSTAT 9.0, en el Departamento Científico de Antropología del Museo de La Plata (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata).

## RESULTADOS

Los clusters de los escores canónicos indican que con los datos no estandarizados (figura 1) se obtuvieron dos subclusters mayores. Uno corresponde a los Fueguinos, separados del resto por la mayor distancia obtenida ( $d=6.3$ ). Dentro del segundo subcluster, Valle se unió a Lagoa Santa por una  $d=4.6$ , y Tlatilco a Tlatelolco por una menor distancia ( $d=3.2$ ). Con la estandarización (figura 2) se produjo una más clara diferenciación interpoblacional, debido a la ausencia de efecto tamaño. Se obtuvieron dos subclusters mayores, uno para el valle de México y otro para Sudamérica, ambos separados por la mayor distancia ( $d=5.1$ ). Luego, Valle se separó de Tlatilco y Tlatelolco ( $d=4.2$ ), siguiendo Fueguino-Lagoa Santa ( $d=3.2$ ) y, por último, Tlatilco-Tlatelolco ( $d=2.8$ ).

Las  $sD^2$  calculadas para los componentes mayores indicaron un mayor volumen neurocraneano (NVI=14%) y facial (FVI=59%), en Valle que en Lagoa, denotando un efecto tamaño en favor de los primeros. La relación entre estos componentes también fue afectada, siendo mayor en Lagoa (NFI=-26%) y denotando un efecto forma

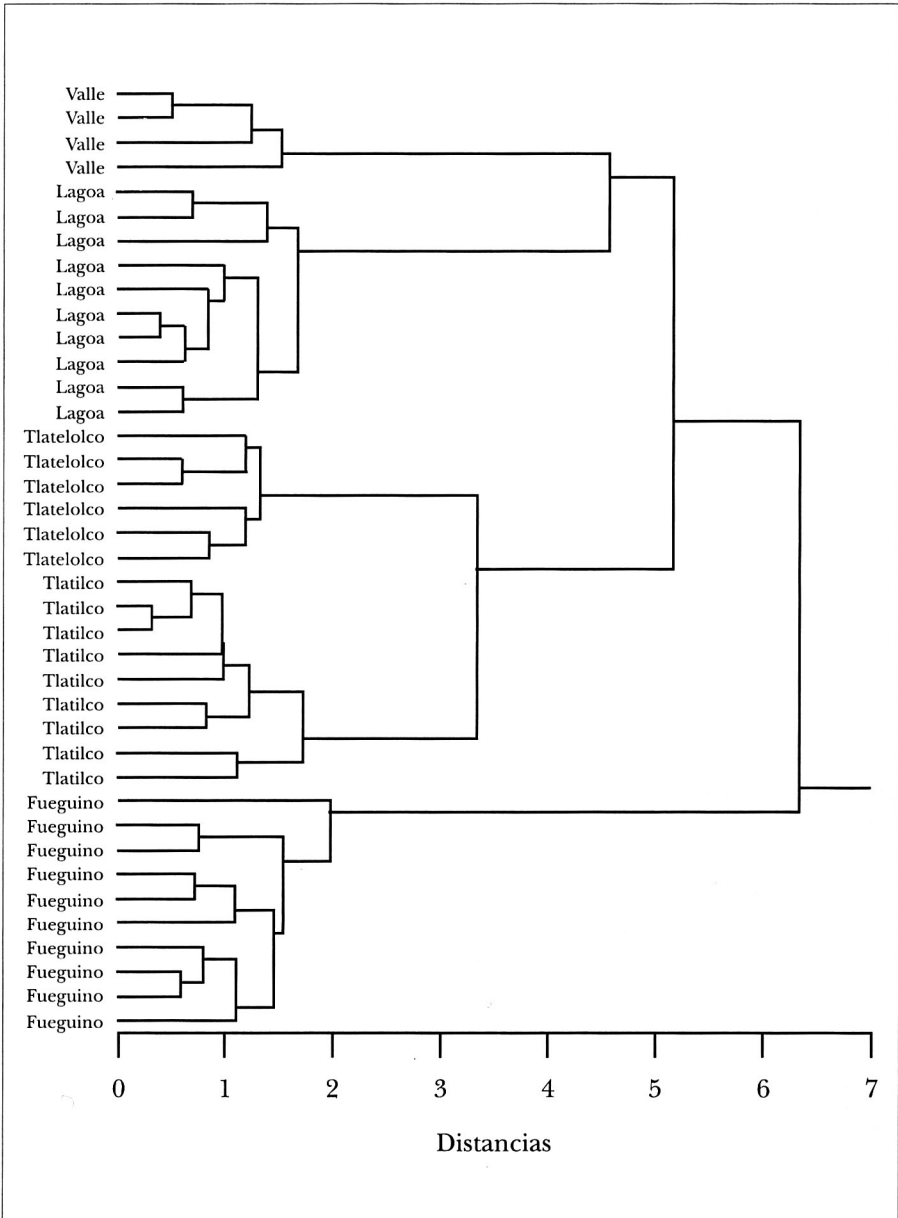


Figura 1. Cluster de distancias euclidianas entre promedios obtenidos de los escores canónicos de las variables simple estandarizadas de los componentes funcionales menores.



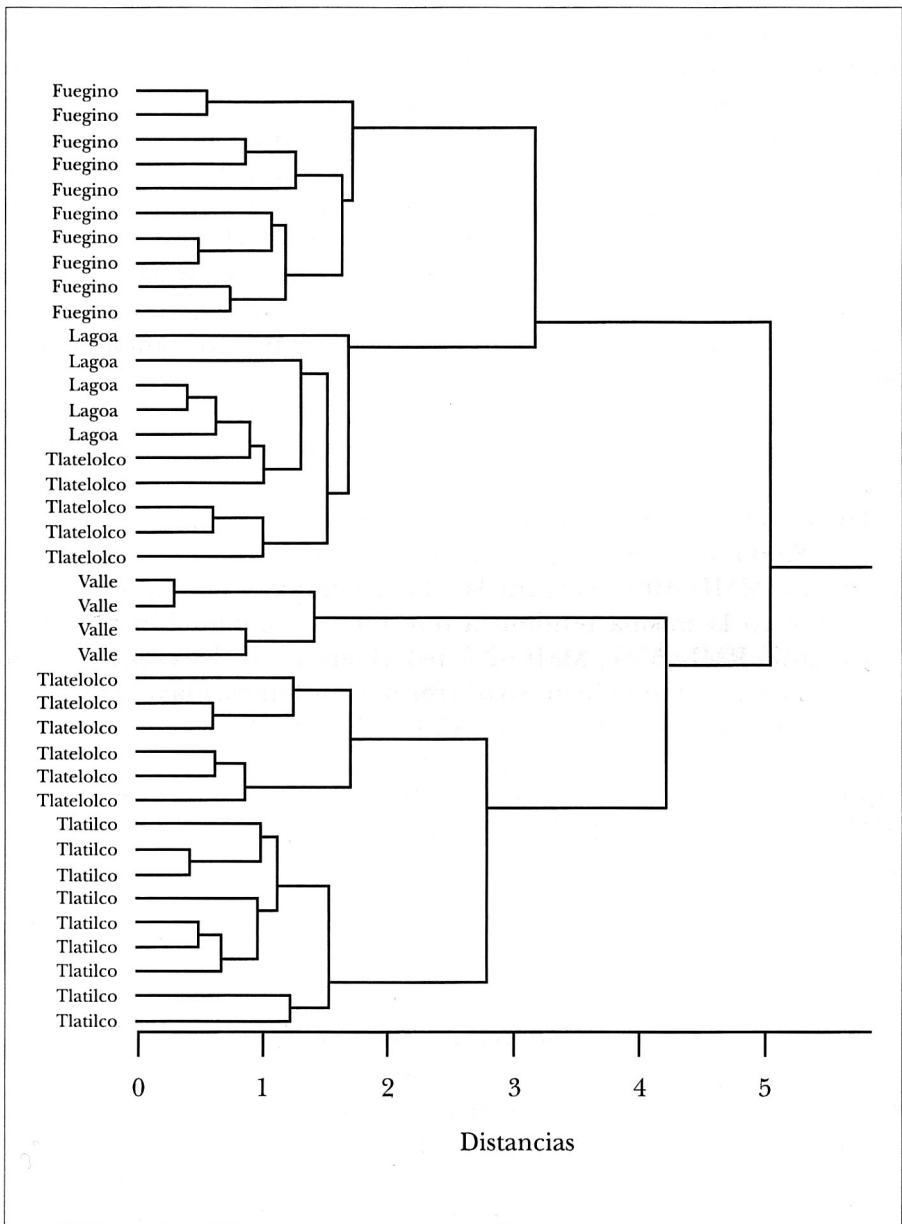


Figura 2. Cluster de distancias euclidianas entre promedios obtenidos de los escores canónicos de las variables doble estandarizadas de los componentes funcionales menores.

entre los componentes mayores, en términos de mayor contenido neurocraneano por unidad de volumen facial (figura 3a). En Tlatilco permaneció sin modificación el NVI, el tamaño facial fue mayor en Valle (FVI=60%) y el índice neurofacial, mayor en Tlatilco (NFI=-23%), (Figura 3b). En Tlatelolco los tamaños neurocraneano (NVI=36%) y facial (FVI=53%), fueron mayores que en Valle, en donde la relación neurofacial fue alterada en favor de Tlatelolco (NFI=-11%) (Figura 3c). Entre Valle y Fuegoquinos no se hallaron diferencias significativas para los componentes menores (figura 3d), la mayor similitud craneofacial correspondió a las muestras de mayor distanciamiento geográfico.

Las distancias entre los índices morfométricos de los componentes funcionales menores también se calcularon tomando a Valle como referencia. En Valle-Lagoa Santa se observó un mayor desarrollo relativo en Valle para el componente alveolar (AMI=32%) y mayor en Lagoa Santa para los componentes respiratorio (RMI=-45%) y masticatorio (MMI=-10%) (Figura 3a). En la comparación Valle-Tlatilco se mantuvo la misma tendencia que en la comparación anterior: AMI=26%, RMI=-55%, MMI=-2% (ns) (Figura 3b). La comparación Valle-Tlatelolco también mostró la misma tendencia, más el agregado del componente posteroneural (AMI=19%, PNMI=-20%, RMI=-47%, MMI=-1% (ns)), (Figura 3c). En la comparación Valle-Fuegoquinos se agregó el componente óptico (OMI=19%, AMI=26%, (RMI=-9%, MMI=-38%) (Figura 3d). El resto de las comparaciones (63%) varió en forma no significativa.

## DISCUSIÓN

Si se adopta la hipótesis de que el paleoamericano de Sudamérica conforma un estrato único y homogéneo, entonces las diferencias entre Lagoa Santa y Valle deberían haber sido no significativas. Para Rivet (1908) la población de Lagoa Santa conforma un grupo paleoamericano típico de los primeros pobladores del continente. Del mismo modo, Soto-Heim (1994) considera que esta población posee rasgos equeléticos no mongoloides que son comunes al resto del paleoamericano sudamericano, con tendencias evolutivas que difieren de las de los mongoloides asiáticos. El análisis de clusters y las comparaciones

intra-componente permiten concordar con estos autores, pero también indican que, en primer lugar, existe una distancia morfológica considerable entre los paleoamericanos de Meso y Sudamérica, puesto que ellos difieren entre sí más que, por ejemplo, Tlatilco respecto de Tlatelolco (figuras 1, 2, 3). En segundo lugar, estas diferencias se deben a la acción conjunta de los efectos tamaño y forma. El primero se evidencia por el menor volumen facial de Lagoa Santa respecto de Valle (figura 3a). Este rasgo puede estar asociado con un efecto central que provocó una reducción estatural en Lagoa Santa. Los cálculos de estatura total a partir de la relación neurofacial que hemos obtenido, coinciden con los obtenidos por Genovés (1966) a partir de huesos largos y serían en promedio, de 1.60 m en individuos masculinos. El efecto forma obedeció en parte al menor desarrollo facial de Lagoa Santa (Soto-Heim, 1994) que no fue concordante con una reducción neurocraneana de la misma intensidad (figura 3a). Por otro lado, el cluster estandarizado mostró una separación más nítida entre Meso y Sudamérica, principalmente por reubicar a los Fueguinos junto con Lagoa Santa en un subcluster y a Tlatilco, Tlatelolco y Valle en otro (figura 2). Esto permite suponer que –aparte de todo posible efecto migratorio– la diferenciación entre Lagoa Santa y Valle obedeció a mecanismos evolutivos, que actuaron en forma diferente a lo admitido hasta el presente. Resta conocer si dichos mecanismos son de orden aleatorio –en cuyo caso debe admitirse un efecto deriva para todo el subcontinente– o si existe una tendencia sistemática de la variación que permita inferir la acción de factores adaptativos. Esta última hipótesis tiene pocos adeptos aún, debido a que los resultados obtenidos hasta el momento –tanto genéticos como morfológicos– no son funcionales. Las comparaciones siguen siendo realizadas con variables continuas de alta eficiencia taxonómica, porque son capaces de mejorar las clasificaciones dentro de *Homo sapiens*, pero inhábiles para determinar las relaciones que existen entre una diferencia craneométrica y el crecimiento relativo de un órgano, tejido o cavidad, contenidos en –y funcionalmente relacionadas con– el cráneo humano.

El criterio funcional expresado por los índices morfométricos es apto para este tipo de análisis. En el caso presente permitió inferir que, aparte del tamaño decreciente provocado por la disminución estatural, hubo un efecto forma, expresado en términos de diferencias de tamaño relativo entre componentes funcionales. Éste se observó en:

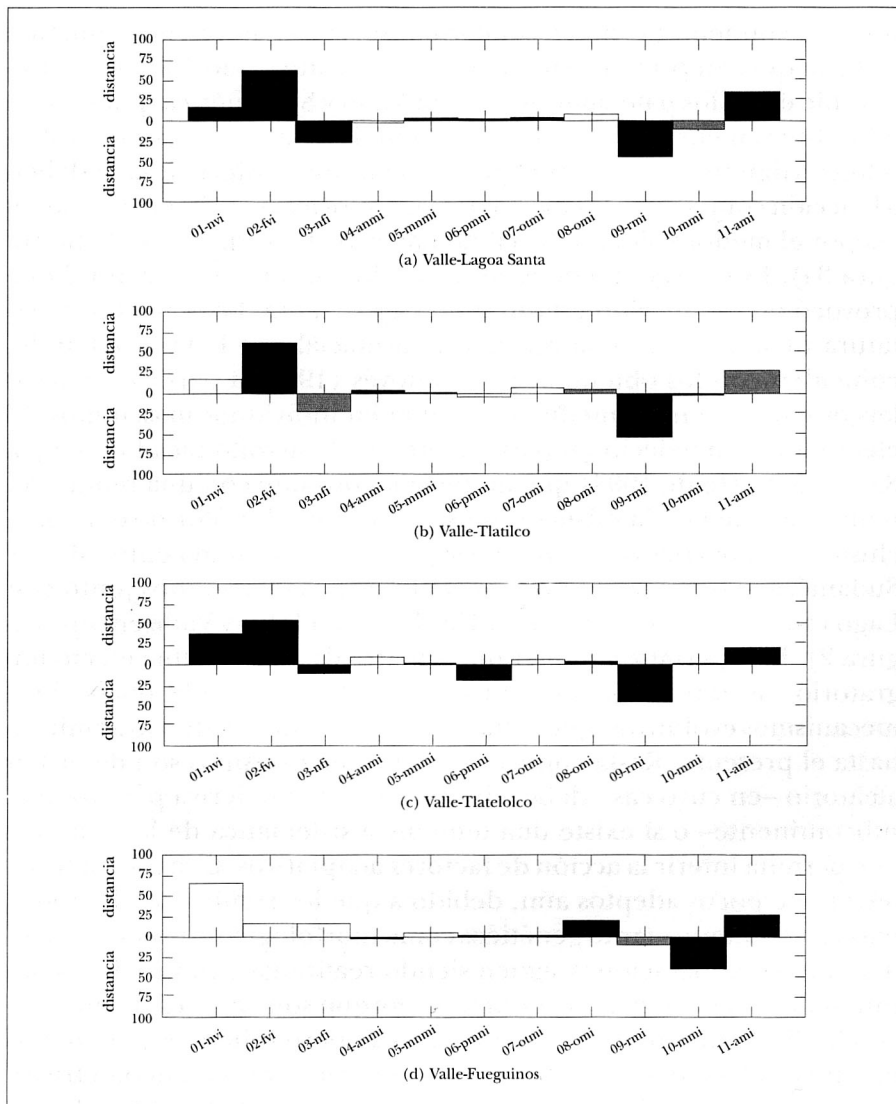


Figura 3. Distancias intergrupales univariadas y estandarizadas  $sD^2$  de Mahalanobis, para los índices volumétricos neural, facial y morfométricos neurofacial, anteroneural, mesoneural, posteroneural, ótico, óptico, respiratorio, masticatorio y alveolar. Barras sobre cero: Valle mayor –y barras bajo cero: Valle menor– que Lagoa Santa (figura 3a), Tlatilco (figura 3b), Tlatelolco (figura 3c) y Fueguinos (figura 3d). Barras blancas:  $sD^2$  no significativas. Barras grises:  $sD^2$  significativas ( $p < 0.05$ ). Barras negras:  $sD^2$  altamente significativas ( $p < 0.01$ ).

a) el crecimiento dispar entre neuro y esplanocráneo, que provocó un decrecimiento del grado de facialización (*i.e.*, contenido neurocraneano por unidad de volumen facial) del 26% en Lagoa Santa respecto de Valle (figura 3a); b) el análisis de los índices morfométricos de los componentes menores precisa a la región respiratorio-masticatoria como depositaria de un claro cambio de forma (figura 3a) que sugiere la presencia de por lo menos dos tendencias adaptativas. Una que afectó el desarrollo relativo del componente respiratorio que, siendo mayor en Lagoa Santa que en Valle, permite inferir una adaptación de los primeros al riguroso ambiente polar que hubo en Sudamérica durante la transición pleistoceno-holocénica. El clima seco y frío de la región de Lagoa Santa a inicios del holoceno pasó a condiciones más calurosas y húmedas hasta llegar al clima tropical del momento actual (Hurt y Blasi, 1969), mientras que en el extremo sudamericano ha pervivido una situación climática de mayor rigurosidad. Esto induce al rechazo de la primera hipótesis, aceptando a cambio la cinemático-dinámica aquí propuesta para la diferenciación craneofacial entre paleoamericanos de Meso y Sudamérica.

También se puede aceptar que hubo efectos tamaño y forma entre paleoamericanos y amerindios. Si se acepta a nivel de hipótesis que los paleoamericanos de Valle, los amerindios arcaicos de Tlatilco y los amerindios modernos de Tlatelolco conforman una seriación evolutiva para el valle de México, entonces una *tendencia adaptativa* puede ser inferida: a) el tamaño afectó al componente facial, disminuyendo la facialización en Tlatilco y en Tlatelolco frente a Valle. El contenido de neurocráneo por unidad de volumen facial se incrementó en un 23% en Tlatilco y en un 11% en Tlatelolco, respecto de Valle (figuras 3b, c). Esta disrupción neurofacial obligó a—o fue provocada por—cambios en los componentes menores, expresados en un incremento del componente respiratorio y en una reducción del componente alveolar en Tlatilco y Tlatelolco, respecto de Valle (figuras 3b, c).

La ausencia de efecto tamaño entre Valle y Fueguinos indica que para el extremo sur del continente se desarrollaron otras tendencias, posiblemente asociadas con adaptaciones al clima de rigurosas temperaturas que imperan en el extremo sur. En primer lugar, no se alteró el grado de facialización. En segundo lugar, los componentes menores fueron más afectados que en cualquier otra comparación, recordando el efecto mosaico típico de las superposiciones por migración, como

en el caso de la comparación Fueguino-Tlatelolco, mostrada en un estudio previo (Pucciarelli *et al.*, 2002). A la relación inversa respiratorio-masticatorio/alveolar, típica de las comparaciones anteriores, se agrega ahora una disminución del componente óptico en los Fueguinos (figura 3d).

El sistemático incremento del componente respiratorio en Lagoa Santa y Fueguinos hace retomar el concepto de adaptación a bajas temperaturas propias de la transición pleistoceno-holocénica sudamericana. Específicamente, se habría tratado de incrementar la capacidad de calefacción del aire respirado para mantener la regulación homeostática del organismo.

Los componentes masticatorio y alveolar deben ser considerados como una unidad de variación inversa e independiente del componente respiratorio. Tal como se explicó en un trabajo previo (Pucciarelli *et al.*, 1999), obedecería a diferencias en la forma de alimentación y de actividades extra alimentarias asociadas con la actividad masticatoria (trabaja bucal del cuero, preparación de alimentos, etcétera). Lagoa Santa y Fueguinos tienen mayor sometimiento a esta forma de estrés que los amerindios del Valle, por cuanto mostraron un mayor crecimiento músculo-masticatorio que estos últimos.

## CONCLUSIONES

1) La primera hipótesis debe ser rechazada, porque las diferencias encontradas entre los Paleoamericanos de Lagoa Santa y del valle de México sobrepasan todo posible efecto estocástico. Por el contrario, la delimitación de una *tendencia de la variación* permite deducir la concurrencia de una adaptación diferencial.

2) La segunda hipótesis debe ser rechazada, porque la variación entre poblaciones arcaicas y recientes no presenta “disposición en mosaico” sino tendencias definidas, dadas por la variación sistemática desde un mínimo de dos (Valle-Tlatilco) hasta un máximo de cuatro (Valle-Fueguinos) componentes menores. Los de menor variación se hallan sólo separados por un vector de tiempo (paleoamericano *versus* arcaico en el valle de México), mientras que los de mayor variación lo están por un doble vector espacial y temporal (paleoamericanos mesoamericanos *versus* amerindios sudamericanos).

El rechazo de ambas hipótesis conduce a una idea de comportamiento causal –y no casual– en la variación de los componentes funcionales y permite suponer que una relación causa-efecto entre morfología craneana y adaptación ambiental se puede determinar cuando se emplea un modelo selectivo-adaptativo complementario al de migración y deriva. Desde los tiempos más remotos del poblamiento americano pudieron existir, junto con las migraciones y la deriva génica, activos procesos evolutivos originados por mecanismos de evolución adaptativa, los cuales pueden explicar gran parte de la variación craneofacial de los habitantes autóctonos de América.

## REFERENCIAS

BONATTO, S. L. Y F. M. SALZANO

1997a A single and early migration for the peopling of the Americas supported by mitochondrial DNA sequence data, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94: 1866-1871.

1997b Diversity and age of the four major mtDNA haplogroups, and their implications for the peopling of the New World, *American Journal of Human Genetics*, 61: 1413-1423.

DRESSINO, V. Y H. M. PUCCIARELLI

1999 Growth of functional cranial components in *Saimiri sciureus boliviensis* (Cebidae). A longitudinal study, *Growth, Development & Aging*, 63 (3): 111-127.

GENOVÉS, S.

1966 La proporcionalidad entre los huesos largos y su relación con la estatura en restos mesoamericanos, *Publicación de Investigaciones Históricas de la UNAM*, Serie Antropológica, 19, México.

GONZÁLEZ, J. R., S. L. DAHINTEN, M. A. LUIS, M. HERNÁNDEZ Y H. M. PUCCIARELLI

2001 Craniometric variation and the settlement of the Americas: testing hypothesis by means of R-matrix and matrix correlation analyses, *American Journal of Physical Anthropology*, 116: 154-165.

GREENBERG, J. H., C. G. TURNER Y S. L. ZEGURA

1986 The settlement of the Americas: a comparison of the linguistic, dental and genetic evidence, *Current Anthropology*, 27(5): 477-495.

## HOWELLS, W. W.

- 1973 Cranial variation in man. A study by multivariate analysis of patterns of differences among recent human populations, *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology*, 67: 1-259.
- 1967 Howells' craniometric data on the Internet, *American Journal of Physical Anthropology*, 101: 441-442.

## HURT, W. Y O. BLASI

- 1969 O projeto arqueológico de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil, *Arquivos do Museu Paraense Emílio Goeldi* (n.s.), Serie Arqueología, 4.

## KLAUW, C. J. VAN DER

- 1948-1952 Size and position of the functional components of the skull, *Archiv of the Neetherland Zoology*, 9: 1-559.

## LAHR, M. M.

- 1995 Patterns of modern human diversification: implications for Amerindian origins, *American Journal of Physical Anthropology*, 38: 163-198.

## MERRIWETHER, D. A., F. ROTHAMMER Y R. E. FERREL

- 1995 Distribution of the four founding lineage haplotypes in native Americans suggest a single wave of migration for the New World, *American Journal of Physical Anthropology*, 98: 411-443.

## MOSS, M. L. Y R. W. YOUNG

- 1960 A functional approach to craniology, *American Journal of Physical Anthropology*, 18: 281-292.

## NEVES, W. A. Y H. M. PUCCIARELLI

- 1990 The origin of the first Americans: an analysis based on the cranial morphology of early South American human remains, *American Journal of Physical Anthropology*, 81: 274.
- 1991 Morphological affinities of the first Americans: an exploratory analysis based on early South American human remains, *Journal of Human Evolution*, 2: 261-273.
- 1998 The Zhoukoudien Upper Cave skull 101 as seen from the Americas, *Journal of Human Evolution*, 34: 219-222.

## NEVES, W. A., J. F. POWELL Y E. G. OZOLINS

- 1999a Extra-continental morphological affinities of Lapa Vermelha IV, Hominid 1: A multivariate analysis with progressive numbers of variables, *Homo*, 50: 263-282.



- NEVES, W. A., D. MUNFORD, M. C. ZANINI Y H. M. PUCCIARELLI  
1999b Cranial morphological variation in South America and the colonization of the New World: Towards a four migration model?, *Ciencia e Cultura*, 51: 151-165.
- POWELL, J. F. Y W. A. NEVES  
1970 Craniofacial morphology of the first Americans: pattern and process in the peopling of the New World, *Yearbook of Physical Anthropology*, 42: 153-188.
- PUCCIARELLI, H. M., V. DRESSINO Y M. H. NIVEIRO  
1990 Changes in skull components of the squirrel monkey evoked by growth and nutrition: An experimental study, *American Journal of Physical Anthropology*, 81: 535-543.
- PUCCIARELLI, H. M., M. L. SARDI, M. A. LUIS, A. L. LUSTIG, P. V. PONCE, M. C. ZANINI Y W. A. NEVES  
1971 Posición de los araucanos en un contexto Asiático-Europeo. I: Metodología craneofuncional, *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 2(1): 163-186.
- PUCCIARELLI, H. M., M. L. SARDI, J. C. GIMÉNEZ LÓPEZ Y C. SERRANO  
2002 Early peopling and evolutionary diversification in America, unpublished.
- RIVET, P.  
1908 La race de Lagoa Santa chez les populations précolombiennes de l'Equateur, *Bull. et Mém. Soc. d'Anthrop.*, Paris: 209-268.
- SOTO-HEIM, P.  
1994 Les hommes de Lagoa Santa (Brésil). Caractères anthropologiques et position parmi d'autres populations paléindiens d'Amérique, *L'Anthropologie*, 98(1): 81-109.
- STEELE, D. G. Y J. F. POWELL  
1992 Peopling of the Americas: paleobiological evidence, *Human Biology*, 64: 303-336.  
1993 Paleobiology of the first Americans, *Evolutionary Anthropology*, 2: 138-146.

SZATHMÁRY, E. J. E.

- 1981 Genetic markers in Siberian and northern North American populations, *Yearbook of Physical Anthropology*, 24: 37-73.
- 1984 Peopling of northern North American: clues from genetic studies, *Acta Anthropogenetica*, 8: 79-109.

TURNER, C. G.

- 1987 Late Pleistocene and Holocene population history of East Asia based on dental variation, *American Journal of Physical Anthropology*, 73: 305-321.
- 1992 Microevolution of East Asian and European populations: A dental perspective, T. Akazawa, K. Aoki, T. Kimura (eds.), *The evolution and dispersal of modern humans in Asia*, Tokyo, Hokusensha: 414-438.