

EL USO Y LA IMPORTANCIA DE LOS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS. COMPARACIÓN DE DOS GRUPOS DE LA COSTA NORTE DE CHILE (MORRO DE ARICA Y PISAGUA)

Adolfo L. Martino*
José A. Cocilovo*

INTRODUCCIÓN

La posibilidad de comparar dos o más grupos separados en espacio y tiempo ofrece la oportunidad de obtener una información elemental sobre su diferencia, que permite orientar una explicación más racional acerca del proceso microevolutivo operado. Este estudio implica el conocimiento de características morfológicas, generalmente rasgos de naturaleza anatómica (variables mensurables, ordinales y atributos), que nos hacen posible su descripción y su caracterización objetiva mediante el empleo de técnicas de observación estandarizadas.

El estudio de la evolución de las poblaciones humanas extinguidas puede ser encarado a partir del análisis de la distribución de las variables métricas; pero diversos problemas vinculados con la variación sexual y etaria, con los efectos de la deformación artificial del cráneo y hasta con la verdadera proporción de variación genética transmitida, complican su utilización libre de riesgos cuando se estiman distancias biológicas entre grupos distintos. Tal circunstancia indujo al desplazamiento del interés de anatomistas y antropólogos hacia el uso de características

*Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

NOTA: Este trabajo fue realizado con fondos CONICET (PID 256/85) y UNRC (programa 477/88), Argentina.

AGRADECIMIENTOS: Al grupo de trabajo del Museo Nacional de Historia Natural, en especial a la licenciada Silvia Quevedo y al licenciado Mario Castro del Museo Histórico Nacional de Chile, quienes tuvieron a su cargo el relevamiento de rasgos no métricos empleado en este trabajo. Al equipo de la Orientación Antropología y Evolución de la Universidad Nacional de Río Cuarto y muy especialmente a la licenciada Silvia Valdano por el procesamiento de la información.

morfológicas conocidas con el nombre de rasgos discretos, variables anatómicas menores, variables no métricas, rasgos epigenéticos, etcétera, que pueden poseer una heredabilidad mayor y son invariantes respecto a los factores intrapoblacionales antes citados (Martino *et al.* s.f.)

En 1922 Sullivan describe la distribución geográfica de distintos rasgos discretos, en forma separada, en poblaciones norteamericanas y sudamericanas. El autor considera que estas características son más útiles para la determinación de relaciones biológicas entre los grupos que las variables craneométricas, puesto que estas últimas se encuentran afectadas por la deformación artificial. Concluye con apreciaciones empíricas y explica que en lugares donde se dan las frecuencias más altas de un determinado rasgo, éstas coinciden con grupos localizados y cercanos unos a otros (Sullivan 1922). Décadas más tarde, en un aporte relevante sobre lo que hasta el momento se conoce como variación epigenética, Berry y Berry (1967) realizan la descripción de una serie de atributos morfológicos menores del cráneo humano, y mencionan la existencia de argumentos suficientes como para creer que muchas de estas variables son resultado del proceso normal del desarrollo y que están genéticamente determinadas.

Gregg y McGrew (1970), al determinar la distribución o la incidencia de la exostosis del canal auditivo externo entre dos muestras analizadas, comprueban que de 5 a 6 por ciento de las diferencias es atribuible al error interobservador, y que el complemento de dicha diferencia se puede imputar a la desproporción etaria y a la selección no al azar de poblaciones distintas y de cementerios. Esta observación puede significar una advertencia realista a la hora de evaluar la significación de los resultados de una determinada experiencia. La influencia de la deformación artificial en rasgos morfológicos discontinuos es analizada por Osseberg (1970), quien concluye que los cráneos deformados deben excluirse de los estudios de afinidades biológicas entre poblaciones, ya que estas variables se encuentran afectadas por este tipo de práctica cultural.

Con base en trabajos previos sobre rasgos craneológicos no métricos, Lane y Sublett (1972) suponen que éstos permiten distinguir genéticamente poblaciones y realizan un estudio de estructura social con datos de la reserva de Allegany (séneca). Estos autores confirman su hipótesis demostrando la correlación entre características biológicas y el sistema de parentesco, lo cual se ve apoyado por datos etnohistóricos. En efecto, se comprobó la mayor similitud entre ejemplares masculinos que femeninos, lográndose con ello inferir un patrón de residencia patrilocal similar al de la sociedad iroquesa moderna.

Un importante estudio de distancias biológicas, usando este tipo de rasgos, es llevado a cabo por Finnegan y Marcsik (1979). El uso de la distribución χ^2 les permite indagar las diferencias intramuestrales para sexo, lateralidad y edad. La mayor dependencia se encontró con respecto al sexo. Las distancias biológicas se determinaron por el método de Grewal-Smith y la matriz de distancias fue analizada por *cluster analysis*. En ese mismo año, Cheverud *et al.* (1979) sostienen que los rasgos métricos y no métricos tienen desde moderada hasta alta determinación durante el desarrollo. El gran número de *loci*, así como las relaciones a nivel adaptativo de segmentos cromosómicos, asociados con las variables discretas, es enfatizado por Berry (1979), así como la importancia de este tipo de variables para la obtención de datos sobre las diferencias y dinámica de las poblaciones.

Desde un punto de vista metodológico y técnico se destaca el trabajo de Green y Suchey (1976), quienes demuestran que las medidas de distancias biológicas a través del uso de la transformación sen^{-1} de las frecuencias de rasgos discretos pueden estar fuertemente influidas por un sesgo que depende del tamaño muestral. Por su parte, Finnegan y McGuire (1979), en un análisis crítico y objetivo de los distintos métodos numéricos multivariados, destacan la necesidad de utilizar metodologías apropiadas y de simple aplicación.

En ese mismo año, Wijsman y Neves (1986) evalúan la utilidad de los rasgos discretos para la estimación de distancias genéticas entre poblaciones, destacando que sus resultados desalientan el uso de estas características para la obtención de conclusiones cuantitativas acerca del parentesco genético, y a su vez sugieren la necesidad de utilizar otro tipo de caracteres esqueléticos.

Entre los varios trabajos realizados para la costa norte de Chile creemos oportuno citar el de Cocilovo *et al.* (1982), quienes estudian la variación craneométrica según el sexo y la deformación artificial en la serie Morro de Arica. Estos autores observan que el dimorfismo sexual constituye el principal factor de variación, mientras que la práctica cultural deformatoria presenta un comportamiento diferencial, que depende de la zona del cráneo que se considere. También discuten la eficacia relativa de las variables absolutas y de los índices en la expresión de uno u otro efecto, así como las implicaciones del fenómeno de interacción sexo/deformación. Posteriormente, una serie de trabajos realizados por Mendonça *et al.* (1981-1982, 1983, 1986), en la misma colección, les permite estudiar las modificaciones del perfil sagital de cráneos humanos masculinos y femeninos por la acción de la deformación artificial de tipo anular. Para ambos sexos determinan dos variedades

deformatorias de aquella práctica, susceptibles de ser tipificadas por los cambios estadísticamente comprobados en los elementos del perfil sagital.

Rothhammer *et al.* (1982) aplican la D^2 de Mahalanobis y la partición de Spielman para analizar medidas craneométricas obtenidas de cinco muestras de la zona de Arica, que abarcan un periodo de aproximadamente 6 700 años, con el objetivo de establecer las relaciones entre éstas y las series de Paucarcancha (Perú) y Tiwanaku (Bolivia). Se descubrió correlación entre la D^2 y la distancia cronológica; también se encontró que las diferencias de forma son mayores que las de tamaño. Un año más tarde, Rothhammer *et al.* (1983) investigan las afinidades biológicas de cuatro grupos de la costa ariqueña con algunas poblaciones litorales y altiplánicas de Perú y Bolivia. El análisis, basado en cinco medidas craneométricas, indicó estrechas relaciones de parentesco con poblaciones serranas y altiplánicas. Posteriormente, Cocilovo y Rothhammer (1984) verifican las semejanzas existentes entre el grupo humano de Camarones 14 y la población de Morro de Arica, ambos portadores de una tradición similar.

Rothhammer *et al.* (1984) hicieron uso del cálculo estadístico multivariado con rasgos no métricos de cinco series de la costa y del valle de Azapa, en el norte de Chile, y determinaron que 70 por ciento de la variación no métrica puede ser explicada por la distancia cronológica que existe entre las muestras, cubriendo un periodo de 6 500 años. Investigaciones anteriores realizadas por los autores, basadas en datos craneométricos, apoyan este importante hallazgo, del cual no existían antecedentes.

Cocilovo (ms) ha observado en 67 ejemplares de la serie de Pisagua (obtenida por Max Uhle en 1912) que solamente dos atributos de un total de 36 analizados varían en función del factor sexo, permaneciendo invariables las restantes características en relación con la edad, la deformación artificial y su distribución por cementerio. Una comprobación similar fue realizada en 86 piezas de Morro de Arica (obtenidas por Max Uhle en 1913), ya que sólo cuatro variables de las 36 utilizadas fueron rechazadas a niveles del 5 y 1 por ciento según los casos, con respecto a los tres primeros factores antes mencionados (Martino *et al.* s.f.). En materiales de La Poma (noroeste argentino), Torres (ms), al analizar 121 cráneos, obtiene resultados similares y comprueba la asociación de dos características con la deformación artificial y una con la edad. Particularmente estos últimos trabajos alentaron la realización de la presente experiencia.

Después de analizar el tema a través de un breve desarrollo histórico, parecería surgir la necesidad de realizar una evaluación de la

información aportada por los trabajos reseñados, puesto que no siempre resulta compatible entre uno y otro. En los párrafos que siguen sólo pretendemos tratar algunos puntos en conflicto sobre el significado biológico de lo que hasta hoy conocemos, entre otras denominaciones, como rasgos discretos.

Sokal y Rohlf (1979: 21-24) clasifican objetivamente las variables biológicas en las siguientes categorías: las variables mensurables (que a su vez comprenden las variables continuas y las variables discontinuas), las variables ordinales y los atributos. Las variables mensurables son aquellas cuyos diferentes estados pueden expresarse de manera numérica, pudiendo establecerse una división en dos clases: la primera la forman las variables continuas, las cuales, teóricamente al menos, pueden alcanzar un número infinito de valores entre dos puntos fijos cualesquiera, y la segunda, las variables discretas o merísticas, que adoptan únicamente algunos valores numéricos fijos y no pueden tomar valores intermedios entre ellas. Algunas variables no pueden ser medidas, pero al menos pueden ser ordenadas o clasificadas por su magnitud; a este tipo las denominamos variables ordinales. Las características que no pueden ser medidas, pero que pueden expresarse cualitativamente, reciben el nombre de atributos. Todas son propiedades como blanco-negro, presencia-ausencia, macho-hembra, vivo-muerto. Cuando tales atributos aparecen combinados con frecuencia, pueden ser tratados en forma estadística.

Definidas claramente las variables biológicas, resulta oportuno entonces hacer una revisión general de las designaciones utilizadas en las distintas publicaciones antes citadas. En efecto, las encontramos con expresiones como rasgos craneales discontinuos, discretos, morfológicos discontinuos, esqueléticos no métricos, bilaterales, descriptivos; datos craneales no métricos; variación epigenética; variables morfológicas menores, menores no métricas, epigénéticas o cuasi-continuas, anatómicas menores, etcétera. La terminología empleada es un tanto numerosa y confusa, razón por la cual creemos necesario realizar algunas consideraciones sobre el significado biológico de esta serie de expresiones utilizadas hasta el momento.

Es importante aclarar algunos conceptos erróneos sostenidos por autores no familiarizados con la genética moderna. Un carácter no es, normalmente, producto de un solo gen, sino que todos los caracteres son poligénicos y, como la mayoría de los genes son pleiotrópicos, el cambio de un carácter indica una reconstrucción menor o mayor de todo el genotipo. La evolución es una cuestión de complejos totales de genes coadaptados; el genotipo no es una bolsa llena de genes des-

conectados. Como la mayoría de las acciones de los genes son interacciones sobre el desarrollo, el genotipo es un sistema epigenético o, como Waddington lo ha designado, un epigenotipo (Mayr 1968: 622-631).

Avanzando más en esta dirección conviene recordar nuevamente a Mayr (1968: 678) cuando define: "Epigenético: de desarrollo; se refiere a la interacción de factores genéticos durante el proceso de desarrollo", y "Epigenotipo: sistema de desarrollo total; la totalidad de interacciones entre los genes que se traducen en el fenotipo." Estas dos definiciones nos expresan en forma cristalina cuál es el significado del término "epigenético", lo que lleva a considerar una variable epigenética a cualquier característica afectada por el desarrollo del individuo, que no necesariamente debe ser un atributo. Por ello, creemos que es un error asignar el objetivo epigenético a un tipo particular de variables, ya que todas las características —sean mensurables, ordinales o atributos—, si están involucradas en el proceso de desarrollo, son epigenéticas.

Las frecuencias de estas variables, que llamaremos de ahora en adelante "atributos", no han sido explicadas en términos de la genética de la vaina de guisantes, sino que, por el contrario, su expresión fenotípica está afectada por múltiples factores como el ambiente, el desarrollo y la interacción de muchos genes, de manera general. Sus valores fenotípicos son atributos pero el modo de herencia es como el de una variable continua. Por esta razón Grüneberg (1952) las denominó variables "cuasi-continuas".

A primera vista parece que los caracteres estado, presencia-ausencia y otros, se encuentran fuera del campo de la genética cuantitativa porque no exhiben una variación continua. Sin embargo, la clave para entender la herencia de dichos atributos radica en la idea de que el carácter tiene una continuidad subyacente con un "umbral" que impone una discontinuidad en su expresión visible. La variación continua subyacente es de origen genético y ambiental; podemos pensar, por ejemplo, en la velocidad de algún proceso de desarrollo, es decir, algo que en principio puede ser medido y estudiado como un carácter métrico en la forma acostumbrada. Se supone que la medición hipotética de esta variación se hace con una escala que produce una distribución normal, y la unidad de medición es la desviación estándar de dicha distribución (Falconer 1984). Estos conceptos hacen posible un marco de referencia y una buena perspectiva para orientar futuros trabajos de investigación.

De acuerdo con los antecedentes citados, hemos advertido gran variedad de criterios en cuanto al verdadero valor de los atributos del cráneo humano para la estimación de distancias biológicas entre poblaciones. Esto último como consecuencia, tal vez, del escaso conocimiento

sobre la influencia ejercida por la acción de las diversas prácticas culturales, del dimorfismo sexual y la variación etaria sobre la distribución de estos caracteres estado y la existencia de escasas experiencias realizadas para comprender la cantidad de información genética por ellos transmitida. Hemos observado que esta diversidad de opiniones en muchos casos se origina en la variación del diseño experimental, no sólo desde el punto de vista del modelo aplicado sino en cuanto al número de observaciones, la calidad y el origen diferente de las muestras.

Por las razones señaladas, la presente tarea se orienta hacia la evaluación de la utilidad de los atributos morfológicos para establecer diferencias entre poblaciones, sin la influencia de factores como el sexo, la edad y la deformación artificial, al comparar dos series de ubicación geográfica próxima y pertenecientes a periodos cronológicos y fases culturales distintos. Consideramos que la información obtenida de esta manera será de gran utilidad para la realización de trabajos futuros basados en la estimación de distancias para el establecimiento de relaciones y afinidades biológicas entre grupos distintos.

Creemos oportuno, de acuerdo con la índole de nuestro trabajo y con los antecedentes bibliográficos analizados, exponer las siguientes hipótesis de trabajo: H_0 : las distribuciones de los caracteres estado no varían entre grupos diferenciados desde el punto de vista cronológico y cultural, contra la alternativa H_1 : al menos algunas distribuciones no son independientes. Es preciso destacar que nuestra investigación supone necesariamente ausencia de otras causas de variación como el error interobservador, el sexo, la edad de desarrollo, la deformación artificial, la variación geográfica (origen extrarregional de algunos componentes) dentro de cada una de las muestras elegidas. De acuerdo con los antecedentes disponibles, los datos fueron tomados por una misma persona (M. C.); la elección de las variables permite asegurar el cumplimiento de los tres primeros, mientras que el cuarto sólo puede ser aceptado provisionalmente, pues por el momento no tenemos ninguna prueba para identificar el origen real de cada individuo enterrado en el mismo cementerio, como tampoco información para establecer otras causas determinantes de una distribución no al azar dentro de cada muestra; por ejemplo: la existencia de determinados linajes, la organización social de las pautas de matrimonio y el acceso diferencial a los recursos alimentarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Desde el punto de vista geográfico, los materiales utilizados en el presente trabajo corresponden a la costa norte de Chile (figura 1), donde se encuentran las localidades de Arica y Pisagua, ubicadas a 18° 28' S, 70° 19' O y 19° 35' S, 70° 13' O, respectivamente. En la actualidad estas poblaciones pertenecen a la región de Tarapacá, cuyo desarrollo económico está basado en actividades pesqueras, agropecuarias y mineras, la primera de ellas son de gran importancia (IGM 1985).

CUADRO 1. Descripción de los atributos morfológicos y de los estados considerados

Deformación:	2. Presencia bilateral, 3. Ausencia
1. Tabular erecta, 2. Tabular oblicua, 3. Circular erecta, 4. Circular oblicua, 5. Pseudocircular, 6. Indefinido, 7. No deformado	7] Sutura infraorbital: 1. Presencia, 2. Ausencia
Sexo:	8] Agujero infraorbital accesorio: 1. Presencia, 2. Ausencia
1. Masculino, 2. Femenino, 3. Indeterminado	9] Foramen cigomático-facial ausente: 1. Presencia 2. Ausencia
Edad:	10] Tubérculo cigomaxilar: 1. Presencia unilateral, 2. Presencia bilateral, 3. Ausencia
1. Niño, 2. Subadulto, 3. Adulto joven, 4. Adulto, 5. Adulto maduro, 6. Adulto avanzado	11] Tuberosidad malar: 1. Presencia, 2. Ausencia
1] Surcos del frontal:	12] Tubérculo marginal: 1. Presencia, 2. Ausencia
1. Presencia izquierda, 2. Presencia derecha, 3. Presencia bilateral, 4. Ausencia	13] Hueso ptérico: 1. Presencia, 2. Ausencia
2] Agujero supraorbital:	14] Hueso en incisura parietal del temporal: 1. Presencia, 2. Ausencia
1. Presencia izquierda, 2. Presencia derecha, 3. Presencia bilateral, 4. Ausencia	15] Hueso astérico 1. Presencia, 2. Ausencia
3] Incisura supraorbital: 1. Presencia 2. Ausencia	16] Rama emisaria de la arteria menígea media: 1. Presencia, 2. Ausencia
4] Agujero o incisura frontal: 1. Presencia, 2. Ausencia	17] Arteria temporal media posterior: 1. Presencia izquierda, 2. Presencia derecha, 3. Presencia bilateral, 4. Ausencia
5] Tubérculo troclear: 1. Presencia, 2. Ausencia	
6] Agujero etmoidal anterior exsutural: 1. Presencia unilateral,	

CUADRO 1. (Continuación)

18] Agujero palatino menor accesorio: 1. Presencia, 2. Ausencia	27] Canal hipogloso doble: 1. Presencia, 2. Ausencia
19] Espolones en el ala pterigoidea lateral: 1. Presencia, 2. Ausencia	28] Agujero condíleo posterior visible: 1. Presencia unilateral, 2. Presencia bilateral 3. Ausencia
20] Agujero emisario esfenooidal: 1. Presencia, 2. Ausencia	29] Hueso apical o lambdático: 1. Presencia, 2. Ausencia
21] Dehiscencia lámina timpánica: 1. Presencia, 2. Ausencia	30] Hueso en sutura lambdica: 1. Presencia, 2. Ausencia
22] Foramen marginal lámina timpánica: 1. Presencia unilateral, 2. Presencia bilateral 3. Ausencia	31] Hueso epactal, interparietal o inca: 1. Presencia, 2. Ausencia
23] Tubérculo precondíleo: 1. Presencia, 2. Ausencia	32] Presencia línea nugal alta: 1. Presencia, 2. Ausencia
24] Agujero condíleo intermedio: 1. Presencia izquierda, 2. Presencia derecha, 3. Presencia bilateral, 4. Ausencia	33] Hueso occipito-mastoideo: 1. Presencia, 2. Ausencia
25] Proceso paramastoide: 1. Presencia, 2. Ausencia	34] Agujero mastoideo exsutural: 1. Presencia izquierda, 2. Presencia derecha, 3. Presencia bilateral, 4. Ausencia
26] Ligamento apical osificado: 1. Presencia, 2. Ausencia	35] Proceso mastoide escotado: 1. Presencia, 2. Ausencia
	36] Agujero parietal: 1. Presencia, 2. Ausencia

La muestra prehistórica de Morro de Arica fue obtenida por Max Uhle en 1913. Los primeros antecedentes sobre esta serie osteológica se encuentran en los trabajos de Uhle (1917; 1918; 1919 a, b y c). No se conocen apuntes de viajes ni libretas de campo de las excavaciones; la única fuente de información actual es el Catálogo de la Sección de Antropología del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago (Chile), donde actualmente se encuentran depositados sus materiales. De acuerdo con estas fuentes, la citada colección se originó a partir de excavaciones llevadas a cabo en cementerios ubicados en la Pampa del Chinchorro y en el Morro de Arica, pertenecientes al mismo contexto cultural.

Coincidente con la información del catálogo antes citado, la serie de Pisagua fue reunida por Max Uhle en 1912, a partir de la excavación de un conjunto de cementerios próximos a la localidad homónima de la costa norte de Chile (Cocilovo, ms). Esta colección está compuesta por un centenar de restos óseos, cerca de 60 cuerpos momificados y un conjunto abundante de elementos culturales discriminados en cuatro cementerios.

De acuerdo con la información proporcionada por varios investigadores, entre los que destacan Mostny (1944), Bird (1946), Dauelsberg (1963, 1983), Lautaro (1965 y 1978), Munizaga (1964, 1974), la muestra de Morro de Arica corresponde al periodo Arcaico (8000-1000 a C). Dicho periodo está representado por cazadores que habitaron el altiplano ariqueño y por pescadores recolectores marinos. Los grupos del litoral desarrollaron una tecnología particular vinculada con un modelo específico de subsistencia y con aspectos rituales. Tal es el caso de la complicada técnica de la momificación artificial que caracterizó al complejo Chinchorro. Esta práctica funeraria se utilizó por casi 4 000 años en la zona costera comprendida entre Ilo y Pisagua. Un contexto similar fue fechado en Pisagua Viejo en 2930 ± 320 a C (Lautaro 1965) y posteriormente un material de la misma localidad excavada por Uhle permitió obtener las fechas de 3290 ± 230 a C y 3060 ± 110 (Villarroel 1981).

Para la localidad de Pisagua se registran cuatro periodos del desarrollo cultural del norte de Chile: Arcaico (8000-1000 a C), Formativo (1000 a C-300 d C), Tiwanaku (300-1100 d C) y Desarrollo Regional (1100-1470 d C). La muestra empleada en este trabajo corresponde a los materiales obtenidos por Uhle en cuatro cementerios, que cubren los tres últimos periodos, es decir, un lapso de 1 750 años, entre 300 a C y 1450 d C.

CUADRO 2. Composición de la muestra según tipo de deformación artificial, de acuerdo con sexo y edad. Morro de Arica

Edad	Deformación artificial				No deformados		Subtotal		Total
	Circular erecta		Circular oblicua						
	M	F	M	F	M	F	M	F	
Adulto		3	4	8	1	2	5	13	18
Maduro	4	5	18	11	12	7	34	23	57
Senil			2	6	1	2	3	8	11
Subtotal	4	8	24	25	14	11	42	44	
Total	12		49		25				86

M = Masculino, F = Femenino

El relevamiento de la información fue el resultado de los trabajos realizados con motivo del desarrollo del Proyecto Microevolución en Poblaciones Prehistóricas del Área Andina, en cooperación con la Universidad de Chile, el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago (Chile) y la Universidad Nacional de Río Cuarto, desde 1979 hasta 1986.

Los datos correspondientes a los caracteres estado (cuadro 1), utilizados en el presente trabajo, fueron tomados por Mario Castro y Silvia Quevedo en fichas especiales y luego asentados en planillas para su verificación posterior. Para una adecuada lectura de las definiciones correspondientes a las variables utilizadas, recomendamos referirse a los trabajos de Castro y Quevedo (1983-1984) y Martino *et al.* (s.f).

CUADRO 3. Composición de la muestra según tipo de deformación artificial, de acuerdo con sexo y edad. Pisagua

Edad	Deformación artificial								No deformados		Subtotal		Total
	Tabular erecta		Tabular oblicua		Circular erecta		Circular oblicua						
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Adulto	1	4	3	4	1	1	3	2	2	2	10	13	23
Maduro	2	3	4	3	6			2	4	1	16	9	25
Senil	3	2	2		1	1	5		3	2	14	5	19
Subtotal	6	9	9	7	8	2	8	4	9	5	40	27	
Total	15		16		10		12		14				67

Para verificar las hipótesis enunciadas en la presente investigación debimos analizar la distribución intermuestral de los factores sexo, edad, deformación artificial (cuadros 2 y 3) y 36 atributos morfológicos con sus respectivos estados, para un total de 153 observaciones, entre las series de Morro de Arica y Pisagua.

La técnica utilizada aquí está basada en las propiedades de la distribución de χ^2 (cuadro 4), cuya aplicación es aconsejable en las pruebas sobre proporciones, en las cuales el elemento común es la comparación de los números efectivamente observados en ciertas clases de objetos con los números teóricos calculados para esas clases según cierta hipótesis (Lison 1976). Cada una de las filas de los cuadros antes citadas corresponden a un cuadro 2x2 o RxC de un ensayo de χ^2 . El programa utilizado (Valdano s.f.) discrimina perfectamente estos dos casos, ya que cuando sucede el primero de ellos se debe aplicar la corrección de Yates para continuidad (Snedecor y Cochran 1984).

RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados de las dójimas de hipótesis realizadas tal cual se derivan de la observación del cuadro χ^2 (cuadro 4).

CUADRO 4. Variación intermuestral, valores χ^2 derivados del análisis de la distribución de los atributos morfológicos

<i>Atributos</i>	χ^2	<i>Gl</i>
Deformación	55.219**	4
Sexo	1.377	1
Edad	13.073**	2
Incisura supraorbital	7.744**	1
Agujero o incisura frontal	3.391	1
Tubérculo troclear	4.982*	1
Agujero etmoidal anterior exsutural	21.664**	1
Sutura infraorbital	4.937*	1
Agujero infraorbital accesorio	17.048**	1
Foramen cigomático-facial ausente	0.951	1
Tubérculo marginal	9.879**	1
Hueso ptérico	3.099	1
Hueso en incisura parietal del temporal	19.796**	1
Hueso astérico	2.308	1
Rama emisaria arteria meníngea media	11.458**	1
Arteria temporal media posterior	13.528**	3
Espolones ala pterigoidea lateral	4.523	1
Agujero emisario esfenoidal	0.182	1
Dehiscencia lámina timpánica	0.043	1
Foramen marginal lámina timpánica	14.824**	1
Tubérculo precondíleo	0.792	1
Agujero condíleo intermedio	0.643	3
Ligamento apical osificado	0.069	1
Canal hipogloso doble	4.210*	1
Agujero condíleo posterior visible	0.782	2
Hueso apical o lambdático	0.043	1
Hueso en sutura lambdática	22.250	1
Hueso occipito-mastoideo	8.921**	1
Agujero mastoideo	9.287*	3
Proceso mastoide escotado	2.837	1
Agujero parietal	1.884	1

Gl = Grados de libertad.

* P < 0.05

** P < 0.01

Es necesario aclarar que en nuestro análisis no figuran los siguientes atributos: proceso paramastoide (25), hueso espantal, interparietal o inca (31) y presencia línea nugal alta (32), debido a que dichas variables presentaban variabilidad casi nula. También fueron descartados los surcos del frontal (1), el agujero supraorbital (2), el tubérculo cigomaxilar (10), la tuberosidad malar (11) y el agujero palatino menor accesorio (18), pues se encuentran influidos por algún tipo de efecto intramuestral (sexo, edad o deformación artificial), como se desprende de los trabajos realizados por Cocilovo (ms) y Martino *et al.* (s.f.) para los materiales de Pisagua y Morro de Arica, respectivamente.

Al observar el cuadro 4, vemos que las proporciones referidas a la deformación artificial y la edad son significativamente diferentes entre las series utilizadas en la presente experiencia. No podemos decir lo mismo del dimorfismo sexual, dado que fue aceptada la hipótesis de nulidad para este último factor. De los 28 atributos finalmente utilizados, cinco fueron rechazados al 5 por ciento, diez al 1 por ciento y 13 se mostraron invariantes.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados logrados en la presente experiencia deben evaluarse de acuerdo con la naturaleza de los datos disponibles, por la coherencia interna de los mismos y en función de las observaciones realizadas por otros autores. Las inferencias que a partir de ellos puedan hacerse y las generalizaciones obtenidas deben ser consideradas exclusivamente en relación con la población de la cual fueron extraídas las muestras.

A continuación examinaremos la información recopilada en nuestra experiencia, de acuerdo con las hipótesis enunciadas en la introducción, al evaluar el comportamiento estadístico de dichas variables como marcadores de diferencias poblacionales sin la influencia de los factores deformación artificial, sexo y edad.

Entre las series de Arica y Pisagua observamos una proporción distinta de ejemplares deformados en sus diversos tipos y modalidades. En Arica hay ausencia de tabulares y su presencia en Pisagua es mayor de lo esperado. Las formas circulares oblicuas son más frecuentes en Arica y menos en Pisagua. La proporción de circulares erectos y de ejemplares normales permanece invariante. Estas observaciones nos indican un cambio efectivo en la costumbre deformatoria, a lo largo de 4 500 años. Mientras que la frecuencia de ejemplares masculinos y femeninos es semejante entre ambas muestras, la distribución en las tres

clases de edad parece ser distinta. En efecto, en la primera serie se observa proporción mayor de ejemplares maduros, en cambio en la segunda hay menor ocurrencia de esta clase de edad y mayor frecuencia de ejemplares seniles.

De un total de 28 atributos, hemos encontrado entre Arica y Pisagua proporciones distintas en 15 de ellos (53.6 por ciento), en cada caso, libre de los efectos de la edad, el sexo y la deformación artificial. A continuación esas diferencias se analizan con respecto al valor esperado de las frecuencias bajo la hipótesis de independencia en cada una de las categorías considerada por variable. Las frecuencias de aparición son mayores en Arica en relación con Pisagua para los siguientes atributos: la incisura supraorbital (3), el tubérculo troclear (5) y el canal hipogloso doble (27). En cambio son menos frecuentes en Arica que en Pisagua los siguientes rasgos: el agujero etmoidal anterior exsutural (6), la sutura infraorbital (7), el agujero infraorbital accesorio (8), el tubérculo marginal (12), el hueso en la incisura parietal del temporal (14), la rama emisaria de la arteria meníngea media (16), la arteria temporal media posterior (17) en su estado presencia bilateral, los espolones en el ala pterigoidea lateral (19), el foramen marginal en la lámina timpánica (22). La presencia de hueso en la sutura lambdoidea (30) ocurre con mayor frecuencia en Pisagua que en Arica, igual que el hueso occipito-mastoideo (33) y el agujero mastoideo exsutural (34) como presencia derecha.

De acuerdo con la información obtenida en la experiencia de variación intermuestral es conveniente realizar la síntesis que a continuación exponemos: a] la mayoría de los atributos que muestran diferencias entre las dos series lo hacen a nivel del estado presencia; sólo unos pocos con más de dos estados fueron eficientes en las categorías bilateral o presencia derecha; b] se ha observado que la mayoría de estos atributos se manifiestan en Pisagua con mayor frecuencia que lo esperado (12/15) y sólo unos pocos (3/15) en Arica muestran este mismo patrón, y c] consecuentemente, en esta última las frecuencias de aparición son menores.

La evaluación de los caracteres estado antes realizada nos merece un nivel de confiabilidad mayor que varios trabajos antes efectuados, por el tipo de diseño empleado y el tamaño muestral dispuesto (153 observaciones). El conjunto final seleccionado por su eficiencia para destacar las diferencias entre poblaciones sin la influencia del sexo, edad y deformación permite disponer en el futuro de características más eficientes para la estimación de distancias biológicas en estudios de microevolución.

A este nivel creemos necesario encarar nuestras consideraciones finales, haciendo referencia a la naturaleza de la diferencia interpoblacional, inferida a partir de los resultados de la presente experiencia, y presentando para ello el cuadro 5, en el cual se resumen las variables distribuidas diferencialmente entre la serie de Morro de Arica y Pisagua.

CUADRO 5. Resumen de las diferencias interpoblacionales. Morro de Arica y Pisagua

Variable	<i>Neurocráneo</i>	<i>Esplacnocráneo</i>
3 Incisura supraorbital		X
5 Tubérculo troclear		X
6 Agujero etmoidal anterior exsutural		X
7 Sutura infraorbital		X
8 Agujero infraorbital accesorio		X
12 Tubérculo marginal		
14 Hueso en incisura parietal del temporal	X	
16 Rama emisaria arteria meníngea media	X	
17 Arteria temporal media posterior	X	
19 Espolones en el ala pterigoidea lateral		X
22 Foramen marginal lámina timpánica	X	
27 Canal hipogloso doble		X
29 Hueso apical o lambdático	X	
33 Hueso occipito-mastoideo	X	
34 Agujero mastoideo exsutural	X	

X, variables distribuidas diferencialmente entre las series estudiadas.

Desde una perspectiva anatomotopográfica, las diferencias radican en características localizadas en las porciones neuro y esplecnocraneanas repartidas proporcionalmente entre una y otra región. Por su naturaleza se incluyen suturas supernumerarias (suturas y huesos suturarios), escotaduras y forámenes, tubérculos y huellas arteriales, entidades que desde el punto de vista del desarrollo generalmente se asocian con soluciones eventuales de la matriz ósea en su relación con vasos, nervios y suturas, pero que en Pisagua adquieren una frecuencia mayor de lo esperado cuando comparamos esta muestra con la de Morro de Arica.

La explicación de la naturaleza de las diferencias encontradas no es fácil. Por ejemplo, podemos pensar que, en el caso del tubérculo marginal (12) asociado con una fascia del músculo temporal que interviene en la masticación, su mayor frecuencia en Pisagua podría indicar mayor desarrollo funcional del aparato estomatognático por un aprove-

chamiento diferencial de los recursos alimenticios con respecto a Arica. Aunque ambos grupos participan de una economía muy similar, basada en la explotación de ambientes marinos litorales, en Pisagua, sin duda, es mucho más probable la complementación de la dieta con recursos continentales que incluyen el fruto del suministro más constante de productos animales y vegetales, derivados de la aplicación de una tecnología más avanzada (agricultura y ganadería) y posiblemente de una integración económica con otras áreas o pisos ecológicos (depresión intermedia, zona de los oasis y puna). Pero esta conclusión debe ser confrontada con el aporte de experiencias concretas orientadas en esta dirección y un análisis más prolijo de la información obtenida por la arqueología.

Aunque en líneas generales las diferencias halladas entre la población de Morro de Arica y de Pisagua parecen ser más de naturaleza genética. Esto puede ser aceptado, si tomamos en cuenta, provisionalmente, las comprobaciones realizadas por diversos autores en animales de laboratorio y silvestres en cautiverio (Montagú 1937; Torgensen 1952; Berry y Berry 1967; Berry 1979; Cheverud, Buikstra y Twichel 1979; Cheverud y Buikstra 1982), salvando las distancias filogenéticas con el hombre, para el cual no existen pruebas directas de la cantidad de variación genética transmitida por estos atributos, por razones obvias. En las referencias bibliográficas citadas este supuesto es aceptado casi directamente.

Si admitimos entonces que estas variables poseen una alta heredabilidad en las poblaciones humanas, las diferencias intermuestrales comprobadas en esta experiencia pueden ser resultado de un proceso adaptativo diferencial y de la influencia de factores selectivos. La distribución de las tres clases de edad es distinta tanto en Morro de Arica como en Pisagua, y esta diferencia radica en la existencia de una proporción mayor que lo esperado de sujetos en la fase etaria intermedia en aquella población, lo cual indica mayor riesgo de vida, mientras que la mayor probabilidad de muerte en la segunda se halla claramente desplazada hacia las clases más tardías. Esto permite pensar en la influencia de un impacto ambiental diferencial que ejercía su acción en forma más marcada en la población de Morro de Arica, sin duda vinculado con el modo de vida, con la eficiencia en la explotación de los recursos disponibles y con el desarrollo tecnológico y cultural.

Por otra parte, si seguimos un modelo de poblamiento norte-sur de la costa chilena, es posible que Pisagua haya tenido una población ancestral emparentada con Morro de Arica, la cual habría colonizado el litoral de Tana o Camiña, alrededor del octavo milenio a C, desarro-

do una entidad social y biológica parcialmente integrada hasta fines del primer milenio d C, con un patrón cultural similar; de hecho esto es lo que puede inferirse por la información arqueológica disponible. Los resultados obtenidos indican un proceso local de diferenciación biológica que será necesario analizar en el futuro dentro de un marco arqueológico particularmente referido a sus respectivas esferas de interacción. El incremento en la frecuencia de muchos de los rasgos estudiados (incluso el caso del tubérculo marginal) se habría producido por efecto de la deriva y de un patrón de cruzamiento con una alta endogamia. Éstos pueden haber sido los principales factores microevolutivos que operaron en el marco de la historia biológica del norte de Chile, y que permiten explicar la diferenciación cronológica del grupo de Pisagua después de un intervalo de casi tres milenios con respecto a Morro de Arica.

Desde el punto de vista métrico, y empleando nueve variables esplecnocraneanas, no se ha podido encontrar evidencia de diferenciación morfológica entre los distintos cementerios de Pisagua. Las distancias de D^2 de Mahalanobis calculadas entre éstos y un conjunto de muestras del norte de Chile indican la existencia de diferencias, estadísticamente comprobadas, con el valle de Azapa, y mayor proximidad con regiones meridionales como San Pedro de Atacama y el norte semiárido (Cocilovo *et al.* en proceso). Con los datos disponibles en esta oportunidad nos fue difícil explicar el origen de los materiales más tempranos de Pisagua (cementerio D), aun apelando a una población ancestral común con Morro de Arica. Por el momento está claro que ambas series constituyen muestras de segmentos de la historia biológica del norte de Chile, desarrollados bajo condiciones distintas, dependiente cada una de una combinación particular de factores microevolutivos (selección, deriva y migración) que operaron en forma conjunta pero diferencialmente ponderados. La verificación de esta hipótesis puede ser realizada mediante la aplicación de modelos genético-poblacionales específicos.

Nosotros no tenemos evidencia de la verdadera estructura de la población asociada con el complejo Chinchorro que durante el Arcaico parece unificar culturalmente el litoral norte de Chile. Los resultados aquí presentados indican un proceso de diferenciación mayor que el explicable por la evolución en 2 500 años (entre Morro de Arica y Pisagua). Esto nos lleva a pensar que durante este periodo ya se habían configurado grupos con distintas relaciones de parentesco biológico, dentro de una misma tradición cultural. Esto abre una interesante discusión para la realización de futuros trabajos de investigación.

REFERENCIAS

- BERRY, A. C. Y R. J. BERRY
 1967 "Epigenetic variation in the human cranium", *Journal of Anatomy* 101: 361-379.
- BERRY, R.
 1979 "I. Genes and skeletons, ancient and modern", *Journal of Human Evolution* 8: 669-667.
- BIRD, J.
 1946 "The cultural sequence in the north Chilean coast", *Handbook of South American Indians*, Washington, Smithsonian Institution, vol. 2: 587-594.
- CASTRO, M. Y S. QUEVEDO
 1983- "Proposiciones metodológicas para el estudio de los rasgos no
 1984 métricos en el cráneo humano", *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 40: 173-210.
- CHEVERUD, J. M., J. E. BUIKSTRA Y E. TWICHEL
 1979 "Relationships between non-metric skeletal traits and cranial size and shape", *American Journal of Physical Anthropology* 50 (2): 191-198.
- CHEVERUD, J. M., Y J. E. BUIKSTRA
 1982 "Quantitative genetics of skeletal non-metric traits in the Rhesus macaques of Cayo Santiago III. Relative heritability of skeletal non-metric and metric traits", *American Journal of Physical Anthropology* 50 (2): 151-155.
- COCILOVO, J. A. Y F. ROTHHAMMER
 1984 "Relaciones y afinidades biológicas del grupo humano de Camarones 14. cap. XII", en F. V. Schiappacasse y F. N. Niemeyer, comps., *Descripción y análisis interpretativo de un sitio Arcaico temprano en la Quebrada de Camarones*, Santiago de Chile, Museo Nacional de Historia Natural, Publicación Ocasional 41.
- COCILOVO, J. A. Y F. ROTHHAMMER Y S. QUEVEDO
 (s.f.) *La variación cronológica de las poblaciones prehistóricas del área andina meridional*, en prensa.
- DAUELSBERG, P.
 1963 "Complejo arqueológico del Morro de Arica", en resúmenes de *Actas del Congreso Internacional de Arqueología de San Pedro de Atacama*, Apartado de los *Anales de la Universidad del Norte, Antofagasta* 2: 201-202.
 1983 "Investigaciones arqueológicas en la Sierra de Arica, sector Belén", *Chungará* 11: 63-83.
- FALCONER, D. S.
 1984 *Genética cuantitativa*, México, CECSA.
- FINNEGAN, M. Y A. MARCSIK
 1979 "A non-metric examination of the relationships between osteological remains from Hungary representing populations of Avar Period", *Acta Biologica Szeged* 25 (1-2): 97-118.

FINNEGAN, M. Y. S. A. MCGUIRE

- 1979 "Classification systems for discrete variables used in forensic anthropology", *American Journal of Physical Anthropology* 51 (4): 547-553.

GREEN, R. F. Y J. M. SUCHEY

- 1976 "The use of inverse sine transformations in the analysis of non-metric cranial data", *American Journal of Physical Anthropology* 54 (1): 61-68.

GREGG, J. B. Y R. N. MCGREW

- 1970 "Hrdlid a revisited (external auditory canal exostosis)", *American Journal of Physical Anthropology* 33: 37-40.

GRÜNEBER, H.

- 1952 "Genetical studies on the skeleton of the mouse. IV. Quasi-continuous variations", *Journal of Genetics* 51: 95-114.

IGM

- 1985 *Atlas geográfico militar de Chile para la educación*, Santiago de Chile, Instituto Geográfico Militar.

LANE, R. A. Y SUBLETT, A. J.

- 1972 "Osteology of social organization residence pattern", *American Antiquity* 37: 186-201.

LAUTARO NÚÑEZ, A.

- 1965 "Desarrollo cultural prehispánico del norte de Chile", *Estudios Arqueológicos*, 1: 37-115.

- 1978 "Northern Chile", en R. E. Taylor y M. Clement, comps., *Chronologies in New World Archaeology*, Nueva York, Academic Press.

LISON, L.

- 1976 *Estadística aplicada a la biología experimental*, Buenos Aires, Eudeba.

MARTINO, A. S., M. CASTRO Y S. QUEVEDO

- El uso e importancia de los atributos morfológicos. I. Caracterización morfológica de la población de Morro de Arica (3000 a. C.), costa norte de Chile, ms.

MAYR, ERNST

- 1968 *Especies animales y evolución*, Santiago de Chile, Universidad de Chile-Ariel.

MENDONÇA, O. J. Y J. A. DI RIENZO

- 1981- "La deformación craneana artificial de la serie masculina de Morro
1982 de Arica (Chile). Segunda Parte," *Rel. Soc. Arg. Antrop.* 14 (2).

MENDONÇA, O. J., J. A. DI RIENZO Y M. A. BORDACH

- 1983 "La deformación craneana artificial de la serie masculina de Morro de Arica (Chile). Primera parte", *Revista de la Universidad Nacional del Río Cuarto* 3 (1): 27-40.

- 1986 "La deformación craneana artificial en la serie femenina de Morro de Arica, (Chile). Primera parte", *Runa* 16:85-102.

MOSTNY, G.

- 1944 "Excavaciones en Arica", *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* 22.

MUNIZAGA, J. R.

1964 "Comparación de poblaciones precolombinas del norte de Chile. Empleo de rasgos morfológicos de variación discontinua", *Antropología* 2 (2): 87-95.

1974 "Deformación craneal y momificación en Chile", *Anales de Antropología* 11: 329-336.

OSSENBERG, N. S.

1970 "The influence of artificial craneal deformation on discontinuous morphological traits", *American Journal of Physical Anthropology* 33: 357-371.

ROTHHAMMER, F., S. QUEVEDO, J. A. COCILOVO, G. FOCACCI Y E. LLOP

1982 "Microevolución en poblaciones prehistóricas del área andina II. Variación craneométrica cronológica en los valles de Arica", *Chungará* 8: 275-289.

ROTHHAMMER, F., J. A. COCILOVO, S. QUEVEDO Y E. LLOP

1983 "Afinidad biológica de las poblaciones prehistóricas del litoral ariqueño con grupos poblacionales costeros peruanos y altiplánicos", *Chungará* 11: 161-165.

1984 "Microevolution in prehistoric Andean population: chronologic non-metrical cranial variation in northern Chile", *American Journal of Physical Anthropology* 65: 157-162.

SNEDECOR G. W. Y W. G. COCHRAN

1984 *Métodos estadísticos*, México, CECSA.

SOKAL, R. R. Y F. J. ROHLF

1979 *Biometría. Principios y métodos en la investigación biológica*, Madrid, Blume.

SULLIVAN, L. R.

1922 "The frequency and distribution of some anatomical variations in American crania", *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History* 23: 203-258.

UHLE, M.

1917 "Los aborígenes de Arica", *Publicación del Museo de Etnografía y Antropología de Chile* 1 (4-5): 151-176.

1918 "Los aborígenes de Arica", *Revista Histórica* 6 (1): 5-26.

1919a "La arqueología de Arica y Tacna", *Boletín de la Sociedad Ecuatoriana de Estudios Históricos Americanos*.

1919b "Fundamentos étnicos de la región de Arica y Tacna", *Boletín de la Sociedad Ecuatoriana de Estudios Históricos Americanos* 2 (4): 1-37.

1919c "La arqueología de Arica y Tacna", *Boletín de la Sociedad Ecuatoriana de Estudios Históricos Americanos* 3 (7-8): 1-49.

VALDANO, S.

s. f. Chi-Test. Un programa para el cálculo de Chi-cuadrado, Lab. de cálculo y Diseño Experimental, Univ. Nac. de Río Cuarto, ms.

VILLARROEL, J.

1981 "Momias Chinchorro de preparación complicada del Museo de

Historia Natural de Valparaíso: 3290 y 3000 a C", *Anales del Museo de Historia Natural* 14: 5-17.

WIJSMAN, E. M. Y W. NEVES

1986 "The use of non-metric variation in estimating population admixture; a test case with Brazilian Blacks, Whites, and Mulatos", *American Journal of Physical Anthropology* 70: 395-405.