

## EL SOMATOGRAMA DE SHELDON Y LA ELABORACION ESTADISTICA DE DATOS SOMATOTIPOLOGICOS

María Villanueva\*

En este artículo deseamos esclarecer algunos conceptos matemáticos asociados al somatograma que propusiera sheldon para la graficación de los somatotipos. Parece ser que muchos investigadores no tienen claro su origen y de ahí que se hayan propuesto análisis estadísticos que desde nuestro punto de vista no satisfacen el rigor matemático que se requiere para llegar con éxito a una valoración biológica de las poblaciones humanas que estudiamos, empleando para ello alguno de los métodos somatotipológicos.

Han transcurrido casi cincuenta años desde que Sheldon en 1940, con la publicación de su primer libro *The Varieties of Human Physique*, hiciera un nuevo aporte de la biotipología humana, al introducir el concepto de *somatotipo* que con el tiempo ha venido a sustituir al de *biotipo* de las distintas escuelas tradicionales europeas.

Junto con Sheldon, autores como Parnell (1954), Heath y Carter (1967) son hoy los exponentes de la que podríamos llamar escuela biotipológica norteamericana que se basa en la determinación del somatotipo individual, para de ahí partir hacia el conocimiento de grupos o poblaciones específicas. El somatotipo trascendió gracias a que por primera vez se logró una tipología humana que permite clasificarla, y de manera relativamente sencilla, a todo individuo, independientemente de que su tipo constitucional sea extremo o de los llamados tipos intermedios que ni aun la rigurosidad antropométrica de la escuela biotipológica italiana había podido evaluar.

Para Sheldon la estructura morfológica del individuo está genéticamente determinada. El *somatotipo* es su expresión, es un

\* Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

*morfofenotipo*, una unidad formada por tres componentes que él denominó como primarios del físico: *endomorfia*, *mesomorfia* y *ectomorfia*. Ideó una escala de siete puntos para medir la intensidad con que se presentan en cada individuo, siendo 1 la mínima expresión y 7 la máxima. Así los tipos extremos de su clasificación biotipológica son: 7-1-1- (endomorfo extremo), 1-7-1- (mesomorfo extremo) y 1-1-7 (ectomorfo extremo). El tipo medio equilibrado es el 4-4-4. Emplea normas distintas para la evaluación somatotipológica de hombres y mujeres. Toma en cuenta además, la edad del sujeto bajo estudio.

Las características principales de cada uno de los componentes primarios del físico fueron ampliamente expuestas. Resumiendo, las formas corporales redondas y alta adiposidad caracterizan al individuo endomorfo; predominio muscular y, huesos grandes y pesados al mesomorfo, y, por último, el ectomorfo se manifiesta por su gran linearidad corporal, con una mayor superficie en relación a su masa.

Parnell (1954) adopta la somatotipología sheldoniana. Por medio de la antropometría llega a evaluar somatotipos sin tener que fotografiar en desnudo al individuo bajo estudio, según lo establecido en la metodología de Sheldon. Mantiene la escala de siete puntos y la edad como factor indispensable en la evaluación. Sus normas están basadas en población masculina, sin embargo él mismo las empleó indistintamente para los dos sexos.

Heath y Carter (1967) aplican la cédula antropométrica de Parnell, haciendo ciertas correcciones a la misma. Amplían las escalas, no toman en cuenta la edad. Para ellos el somatotipo no es mas que el *morfofenotipo*, es decir, cuantifican los componentes primarios tal como se presentan en el momento de la medición.

### *I. Representación gráfica de los somatotipos en tres dimensiones*

Debemos partir entendiendo al somatotipo para su graficación como una función de tres variables que requieren de un sistema tridimensional (Villanueva 1974:7), o sea, de un sistema de tres coordenadas: X, Y, y Z. Así cada somatotipo lo podemos representar como un punto (el "somatopoint" de Carter, *et al.*, 1983:199). El punto que así representa a un somatotipo determinado estará situado según el valor que tengan cada una de las tres variables y que son precisamente los valores de los tres componentes del físico: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

Dichas variables tomadas como independientes pueden tener valores que van del 1 al 7 para los métodos de Sheldon y de Parnell, y valores de hasta 9 ó 12 en el de Heath-Carter.

Debido a que los componentes del somatotipo de Sheldon y de Parnell, tienen la misma intensidad relativa, no así los de Heath-Carter, las coordenadas X, Y y Z tienen la misma dimensión, la misma longitud dividida en 6 partes iguales, cada una de ellas correspondientes a una unidad. Así vistas las coordenadas o ejes, pueden equipararse a vectores, y al punto que representa a un somatotipo determinado, como a la resultante de los tres vectores o fuerzas. Ese somatopunto estará situado dentro del espacio que circunscribe un cubo, en el punto de intersección según los valores que tengamos en cada una de las coordenadas, vectores o ejes. Véase en la figura 1, la graficación tridimensional del somatotipo 3-6-2.

También los investigadores W. Duquet y M. Hebbelink (1977:379) conciben la posición tridimensional de los somatotipos. Deducimos de la figura por ellos publicada, con la localización del somatotipo 3-6-2 (figura 2) que el paralelepípedo ahí trazado corresponde al espacio que involucra exclusivamente a dicho somatotipo, espacio que obviamente está comprendido dentro de las fronteras, llamémoslas máximas, de nuestro espacio cúbico, que es capaz de ubicar a cualquier somatotipo. Es evidente que si empleamos la técnica para la determinación de los somatotipos propuesta por Heath-Carter (1967), en la cual han sido abiertas las escalas más allá de la intensidad máxima de 7 establecida por Sheldon y adoptada por Parnell, será necesario ampliar dicho espacio.

G. Petersen (1967) según lo citan Duquet y Hebbelink (1977:378) ilustra de otra manera la relación espacial de los somatotipos (figura 3). Sin embargo acudiendo a la fuente citada lo que encontramos en su libro *Atlas for Somatotyping Children* (1967:8) corresponde precisamente a nuestro cubo y él lo denomina como "diagram of morphological variation in man" (figura 3a).

Deseamos citar también la propuesta de Ramos Galván (1989: 128 y 130), muy distinta y alejada de las anteriores y que dice textualmente:

Como consecuencia de la igualdad de las escalas, el espacio tridimensional, "el volumen" por así decirlo, del espacio de ubicación de los somatotipos no será en realidad un cubo

COORDENADAS X,Y,Z IGUAL A  
 COMPONENTES En, M, Ec  
 ● = SOMATOPUNTO CORRESPONDIENTE  
 AL SOMATOTIPO 3-6-2  
 X = 3  
 Y = 6  
 Z = 2

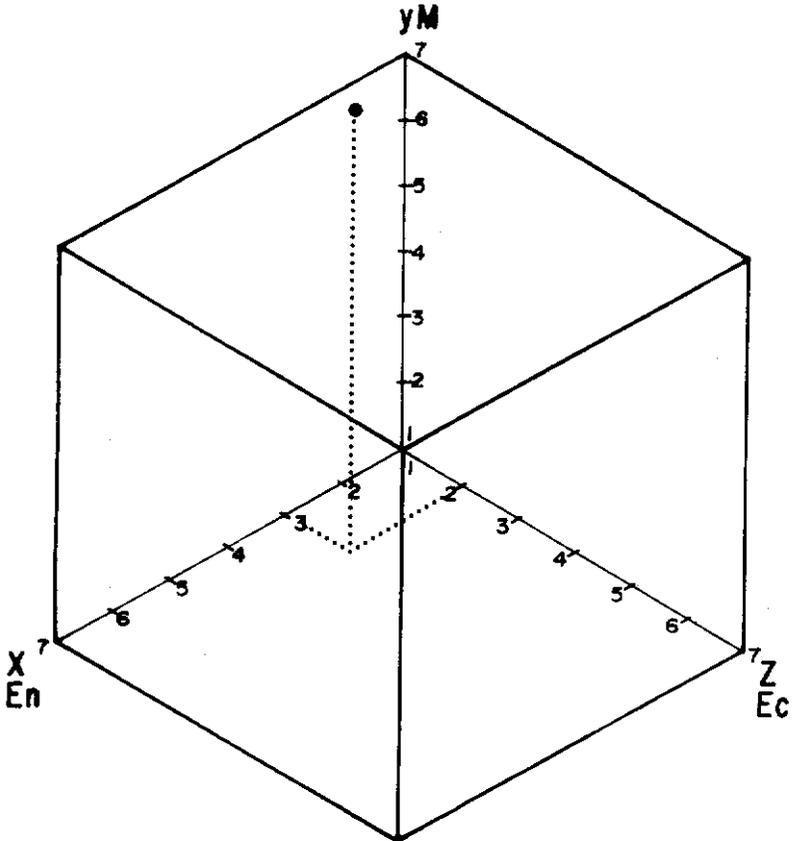


Figura 1. (Villanueva).

● = SOMATOPUNTO CORRESPONDIENTE  
AL SOMATIPO 3-6-2

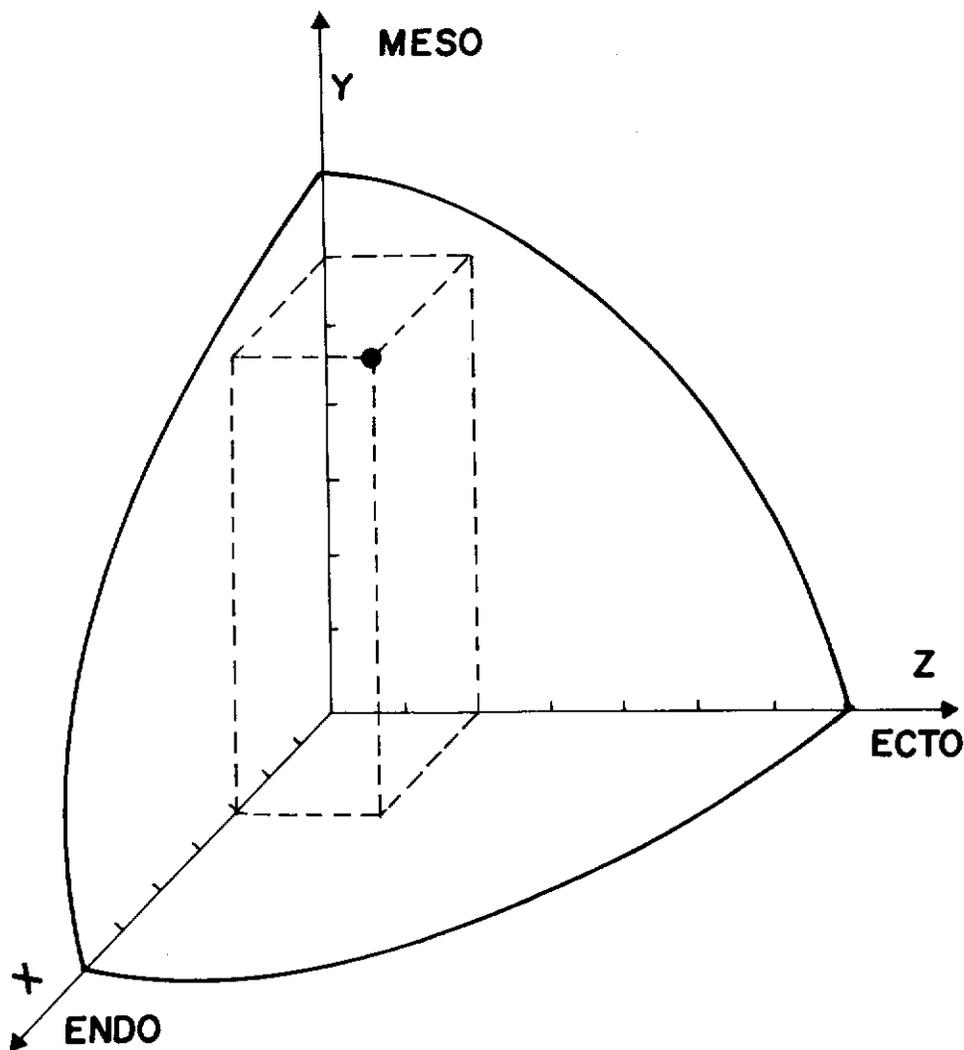


Figura 2. (Duquet y Hebbelink).

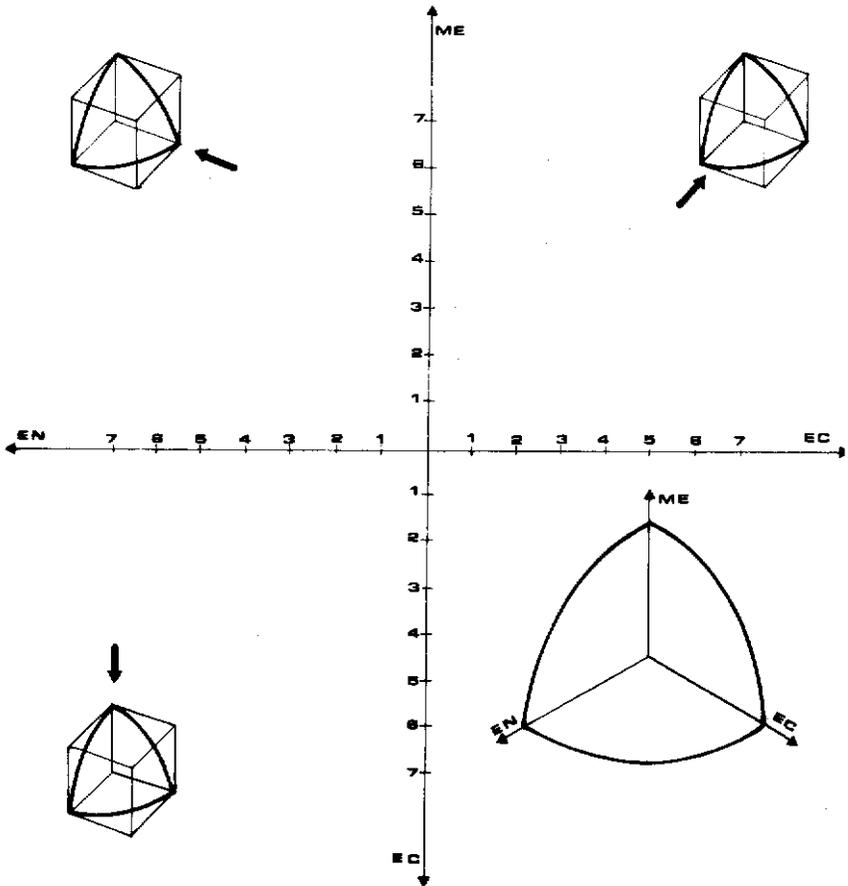


Figura 3. (Petersen).

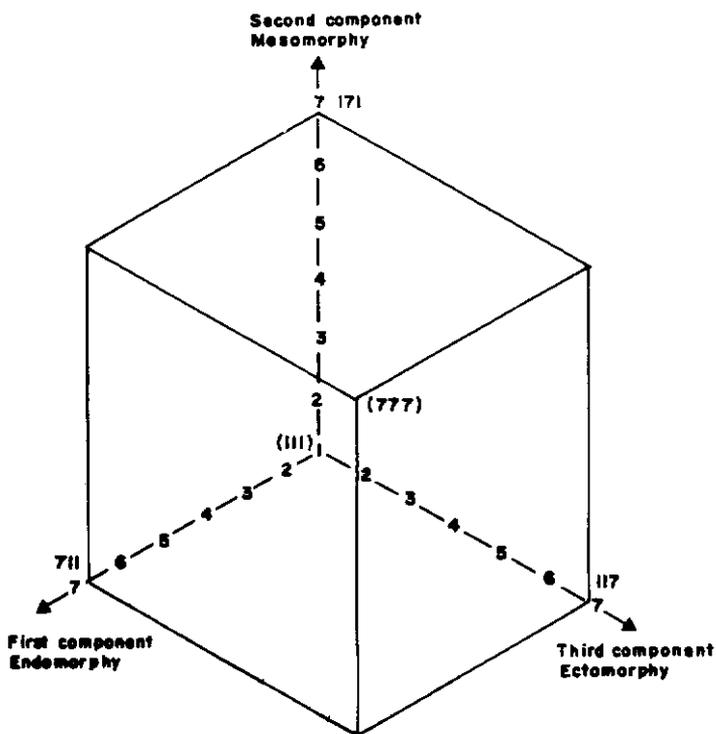


Figura 3a. Diagram of morphological variation in man.

sino mas bien un octavo de esfera, esto es, un tetraedro en que la base será un *triángulo esférico* y el vértice el cruce de las coordenadas.

Obsérvense, en la figura 4, sus trazos y explicaciones.

Este autor no intentó la graficación tridimensional de algún somatotipo, pero es claro que algunos quedarían dentro del espacio por él propuesto y otros caerían fuera. Véase la figura 4a en la que hemos intentado la graficación del somatotipo 7-5-1. Aquí hemos supuesto un radio de = 6 (espacio necesario para la ubicación de los somatotipos según la metodología de Sheldon), y nuestro somatotipo cayó fuera del espacio de ubicación, que propone Ramos Galvan, según se demuestra por:

$$\text{Si } r = 6 \text{ y somatotipo } = 7-5-1, \text{ la distancia es} \\ d = \sqrt{(7)^2 + (5)^2 + (1)^2} = \sqrt{49 + 25 + 1} = \sqrt{75} = 8.66$$

8.66 > 6 y por lo tanto cae fuera.

## II. Representación gráfica de los somatotipos en dos dimensiones

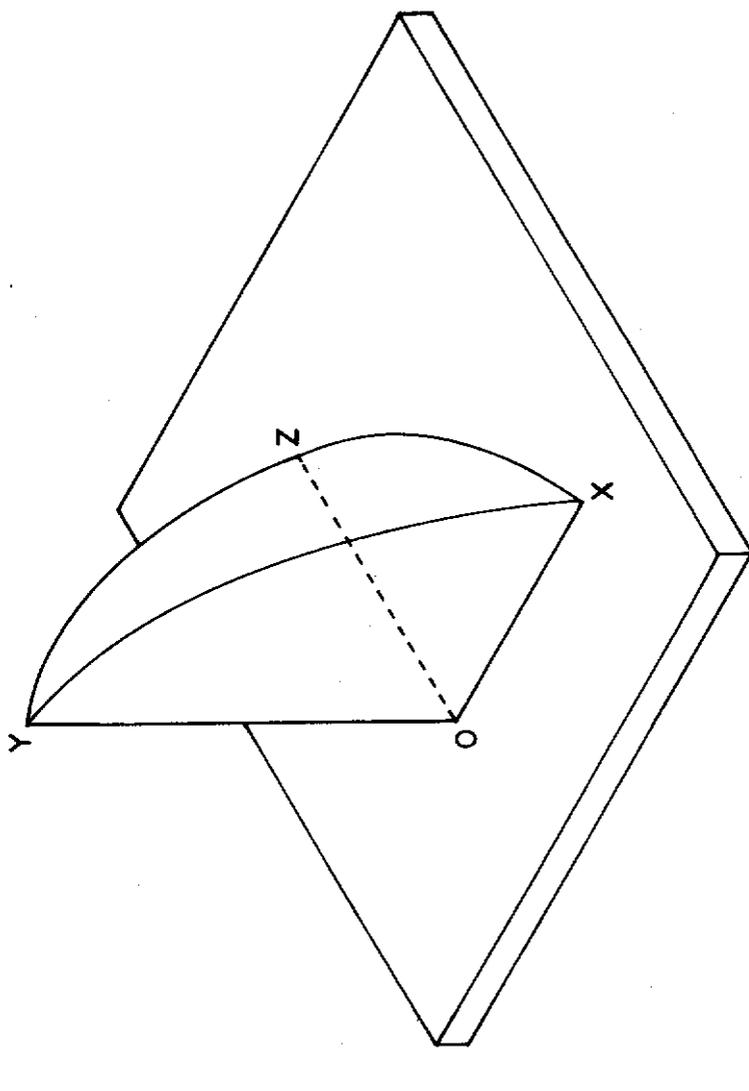
### *El somatograma de Sheldon*

Sheldon, a partir de sus primeras publicaciones requirió de una gráfica que le permitiera visualizar la distribución de los somatotipos de las poblaciones por él estudiadas (1940, 1949, 1950, 1954). Así nació el famoso *triángulo de Sheldon*, concebido como equilátero de lados semicirculares. Los tres ángulos corresponden a los extremos de su clasificación: el inferior izquierdo al endomorfo, el superior al mesomorfo y el inferior derecho al ectomorfo (figura 5).

Posteriormente, en los años sesenta, circula ya un somatograma mucho más elaborado que incluye dos ejes de coordenadas *N* y *E*, de la misma dimensión. Las abscisas con divisiones del 1 al 13 y las ordenadas con divisiones más chicas y que van del 1 al 25. Las fórmulas para la graficación de los somatotipos dadas por Sheldon en este somatograma son:

$$N = 13 + 2(II) - I - III \quad E = 7 - I + III$$

En donde: I = En., II = Mes. y III = Ec.

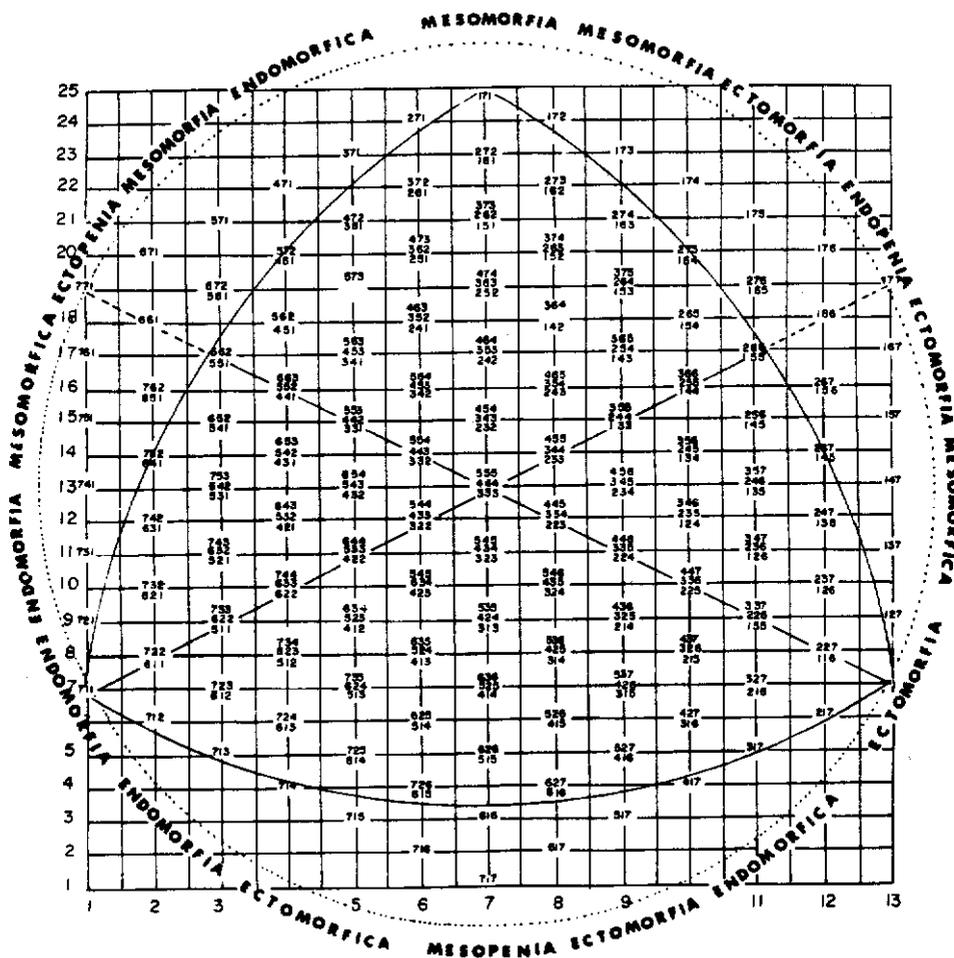


DISTANCIA OX, OY Y OZ  
IGUALES ENTRE SI  
(RADIO DE LA ESFERA)

ÁNGULO  $XOZ = 90^\circ$   
"  $YOZ = 90^\circ$   
"  $XOY = 90^\circ$

Figura 4. (Ramos Calván).

SOMATOGRAMA



PARA LOCALIZAR LOS SOMATOTIPOS

Nº 13-4-2 (II) I-III

E+7-I+III

Figura 5. (Sheldon).

El análisis de este último somatograma de Sheldon, nos llevó a la explicación trigonométrica (Villanueva 1974:7-12) del mismo y que aquí repetimos:

A partir de un punto central, Sheldon consideró tres ejes, uno para cada uno de los tres componentes, que forman entre sí 3 ángulos de  $120^\circ$ .

El eje vertical corresponde a la mesomorfia, el que va del centro hacia la izquierda, a la endomorfia, y el que va del centro a la derecha a la ectomorfia. A estos ejes les dió la misma longitud, que dividió en seis partes iguales, cada una de ellas correspondientes a una unidad (figura 6).

Representado en estos ejes a los componentes por un vector, el problema se reduce ahora a encontrar la resultante de dichos vectores. Como se está llevando a cabo la representación en un plano y por lo tanto no contamos más que con dos ejes de coordenadas cartesianas  $X$  y  $Y$ , se necesita primero encontrar para cada uno de los vectores correspondientes a la endomorfia y a la ectomorfia, dos vectores que sean los componentes en estos ejes, ya que el valor correspondiente a la mesomorfia ya está en el eje de las ordenadas. La resultante que estamos buscando será la de 5 vectores (figura 7):  $M$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ . Como se ve en la figura, los componentes  $A$  y  $B$  del vector  $EN$ , tienen el siguiente valor:

$$A = EN \cos 30^\circ$$

$$B = EN \cos 60^\circ$$

Por la misma razón  $C$  y  $D$  del vector  $Ec$  son:

$$C = Ec \cos 60^\circ$$

$$D = Ec \cos 40^\circ$$

Se dividen ahora los ejes de coordenadas  $X$  y  $Y$  en unidades, de tal manera que las del eje de las abscisas son precisamente el valor del coseno  $30^\circ$  de cada una de las unidades que se toman para representar los vectores correspondientes a los componentes, y las del eje de las ordenadas corresponden al valor del coseno  $60^\circ$  de las mismas; de esta forma el problema queda muy simplificado, pues  $A$  y  $B$  tendrán el mismo valor numérico que  $EN$ , al ser medido en las unidades correspondientes a su eje.  $C$  y  $D$  valdrán lo mismo que  $Ec$  y el vector  $M$  en las unidades correspondientes al eje de las ordenadas, dos veces el valor de la mesomorfia, ya que el cosejo de  $60^\circ$  es precisamente 0.5 (figura 7).

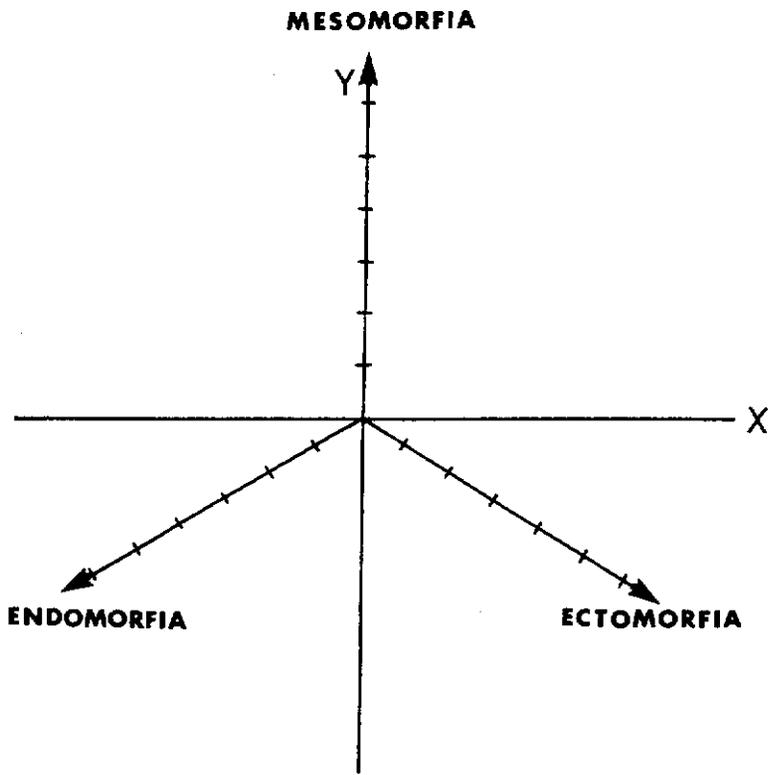


Figura 6.



La determinación del punto que es la resultante de los tres vectores correspondientes a los tres componentes, viene dado por dos valores, que corresponden, uno al eje X y el otro al Y. Estos valores serán:

$$X = E_c - E_n$$

$$Y = 2M - E_n - E_c$$

Como el somatograma de Sheldon, tiene como punto centro las coordenadas  $X=7$  y  $Y=13$ , tenemos:

$$X = 7 + E_c - E_n$$

$$Y = 13 + 2M - E_n - E_c$$

(figura 5).

Parece que Sheldon dió esas coordenadas al punto centro con la finalidad de no manejar números negativos, pero creemos que eso, en vez de simplificar las cosas las complica, ya que es más sencillo trabajar con un eje de coordenadas normales con centro 0,0 (figura 8).

Así explicado y entendido el somatograma de Sheldon, que por cierto no puede tener otra explicación matemática que la expuesta, se comprende que la graficación en dos dimensiones, en un plano, es una proyección del sistema tridimensional que vimos con anterioridad y en donde los "somatopoints" se grafican dentro de un espacio cúbico.

Debido a que el somatograma es una proyección, todo "somatoplot" ahí graficado no será exclusivo de un somatotipo dado, sino de todos aquellos cuya resultante de las tres fuerzas sea la misma. Es muy importante tener esto bien claro, como se expuso en un artículo anterior (Villanueva 1989), en vista de los análisis estadísticos propuestos y que calculan distancias entre somatotipos dentro del somatograma (Ross y Wilson 1973).

En la literatura sobre somatotipos desde Sheldon (1940), hasta nuestros días, aparecen distintas versiones del somatograma, pero sólo el último de este autor o el mismo reformado por Villanueva en 1974, tienen una fundamentación matemática.

### *III. El cálculo de distancias entre somatotipo en dos dimensiones*

Ross y Wilson en 1973 introducen a la elaboración estadística de los datos somatotipológicos la por ellos llamada "somatotype dispersion distance" (SDD) y que definen como la distancia

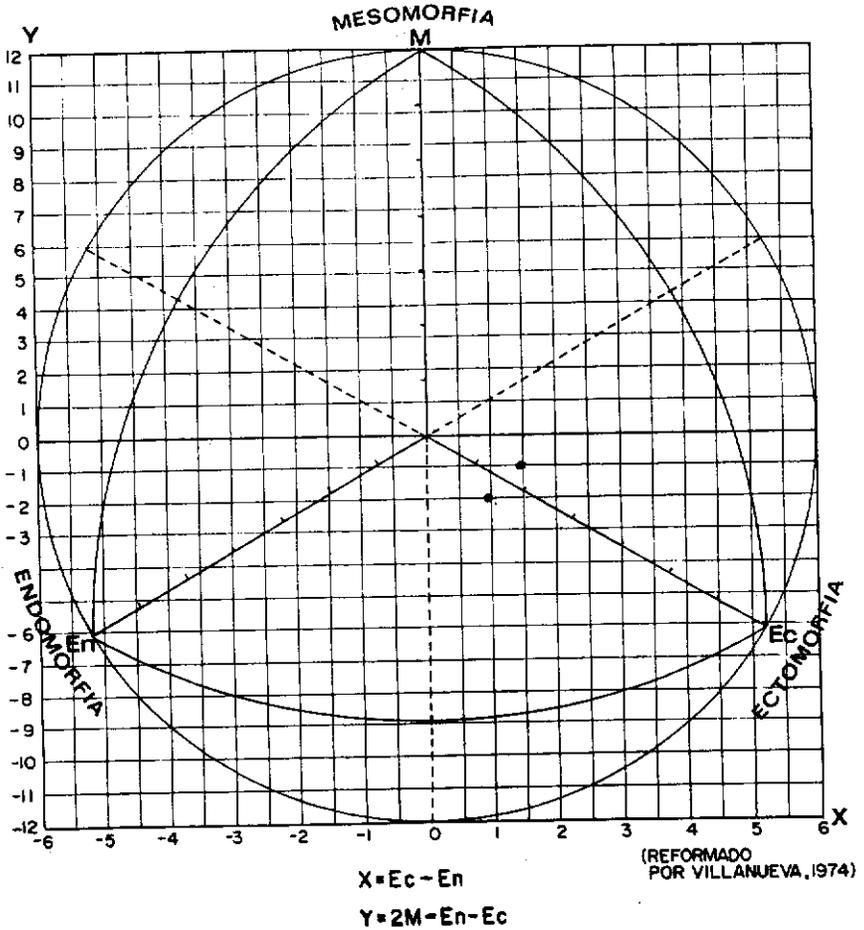
SOMATOGRAMA  
DE SHELDON

Figura 8.

existente entre dos somatotipos dados. Dicha distancia es calculada por la fórmula:

$$SDD_{1,2} = \sqrt{3(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

siendo  $(X_1, Y_1)$  y  $(X_2, Y_2)$  las coordenadas de los somatotipos 1 y 2. Por lo tanto la distancia así calculada será la existencia dentro del somatograma y, en realidad es sólo la distancia de dispersión entre la proyección de dos dimensiones, de todos aquellos dos grupos de somatotipos cuyas respectivas coordenadas  $X$  y  $Y$  sean las mismas. Es decir, que no lo es sólo de dos somatotipos dados, sino que lo es de varios. De la misma manera ocurre, que se obtienen distancias de *zero* entre somatotipos distintos, pero cuya resultante en un plano es la misma. Una distancia de cero en estas condiciones deriva en un grave error, debido a que estaremos tomando como iguales en la elaboración estadística a dos individuos que biológicamente son distintos y que poseen distintos somatotipos.

Por lo tanto, creemos que el cálculo de distancias dentro del somatograma no tiene ningún sentido y que en el análisis de diferenciación biológica entre dos poblaciones nos puede conducir a muchos errores. Sólo en el caso del seguimiento de un individuo a través del tiempo, lo que se conoce como distancias migratorias individuales, nos puede servir.

W. Duquet y M. Hebbelinck (1977) se dieron cuenta de esta problemática y por lo tanto propusieron un análisis de distancias pero dentro del espacio tridimensional.

#### *IV. El cálculo de distancias entre somatotipos en un espacio tridimensional*

Los autores arriba mencionados entienden por "somatotype attitudinal distance" (SAD), a la distancia que existe entre dos "somatopoints". Esta distancia la calculan en base a las tres unidades originales que conforman al somatotipo, empleando la siguiente fórmula:

$$SAD_{1,2} = \sqrt{(I_1 - I_2)^2 + (II_1 - II_2)^2 + (III_1 - III_2)^2}$$

Donde I, II y III representan a la endomorfia, a la mesomorfia y a la ectomorfia respectivamente; 1 y 2 son los dos somatotipos a tomar en consideración, sean éstos somatotipos individuales o medias de población.

En vista de que estas distancias se calculan dentro del espacio tridimensional, del cubo, no podemos caer en los problemas detectados en el cálculos de distancias de la proyección necesaria que supone el somatograma. Las distancias calculadas mediante la fórmula de *SAD* tampoco serán exclusivas de los somatotipos puestos en consideración. Aquí no hay proyecciones. Sin embargo las distancias así calculadas al no indicarnos sentidos, direcciones, son comunes a muchos, muchísimos pares de somatotipos. Esto evidentemente debe conducir a error en un análisis estadístico poblacional, en sus pruebas de significancia.

#### *V. Propuesta para un nuevo cálculo de distancias en un sistema tridimensional*

Deberemos lograr calcular las distancias en el espacio tridimensional que nos indiquen hacia donde en dicho espacio se encuentra el somatotipo 1 respecto al 2. De poco nos sirve que el resultado de *SAD* nos dé un 5. Esa distancia de 5 no nos dice si es para arriba, abajo, a la derecha, a la izquierda. Necesitamos ángulos.

La solución deberá ser el cacular la distancia y los cosenos directores. O sea, que toda distancia venga acompañada además de tres ángulos: *alfa*, *beta* y *gama*. Habrá que analizar, también, desde donde conviene para nuestros fines calcular las distancias: la de un somatotipo dado con respecto a la media de su población; la de un somatotipo dado respecto del punto de origen 1,1,1; la de un somatotipo dado respecto al punto medio o somatotipo medio equilibrado 4-4-4, etcétera. Todo ello es posible y dependerá de los propósitos de la investigación que se esté llevando a cabo.

#### *VI. El espacio tridimensional de los somatotipos sheldonianos*

Como se vió en páginas anteriores, el espacio que circunscribe un cubo cuyas tres dimensiones hemos dividido en seis partes

iguales (figura 1) es capaz de albergar a todos los somatotipos compuestos de tres componentes y con una escala de intensidad del 1 al 7 para cada uno de ellos. Sin embargo, no todas las combinaciones matemáticas que de ello resulta son compatibles con la realidad biológica de nuestra especie. Así por ejemplo, no existe el somatotipo 7-7-7, ya que no es posible ser al mismo tiempo lo más gordo, lo más flaco y lo más musculoso posible. El método Sheldon (1965) tiene la condicionante de que la suma de los tres componentes no es menor de 7 ni mayor de 15.

Esto nos conduce a pensar que nuestro espacio cúbico tiene forzosamente áreas en las cuales no va a caer ningún somatotipo real, aún cuando pueda albergar a todas las combinaciones matemáticamente posibles. Las figuras 9a, 9b, 9c y 9d han sido trazadas cortando los espacios que jamás serán ocupados, cumpliendo con la condición de que la  $E_n + M + E_c \geq 7$ , y,  $E_n + M + E_c \leq 15$ . En nuestro cubo  $X + Y + Z \geq 7$ , y,  $X + Y + Z \leq 15$ . El espacio que queda después de hacer ambos cortes, es el espacio real que involucra a todos los somatotipos sheldonianos.

### *Agradecimientos*

Agradezco la ayuda del matemático Luis Ramírez Flores de la UNAM, haber calculado el espacio de los somatotipos sheldonianos, y al matemático Guillermo Gómez de la Facultad de Ciencias, por la propuesta de los cosenos directores.

### ABSTRACT

In the present paper, Sheldon's Somatogram is mathematically analyzed in view of the statistical analysis proposed by Carter *et al.* (1983). The validation of the somatotype dispersion distance (SDD) and the somatotype attitudinal distance (SAD) is questioned as the basis of the statistical analysis of the somatotype data. A new calculation of the distances in the three dimensional system is proposed in due to know also, the courses of the somatotype distances.

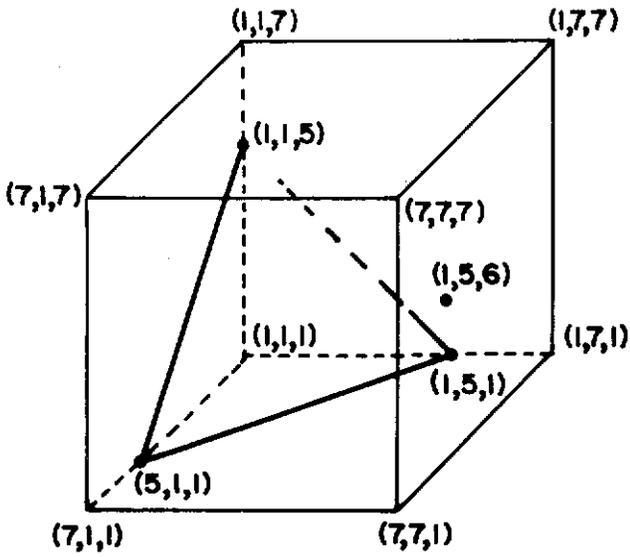


Figura 9a.

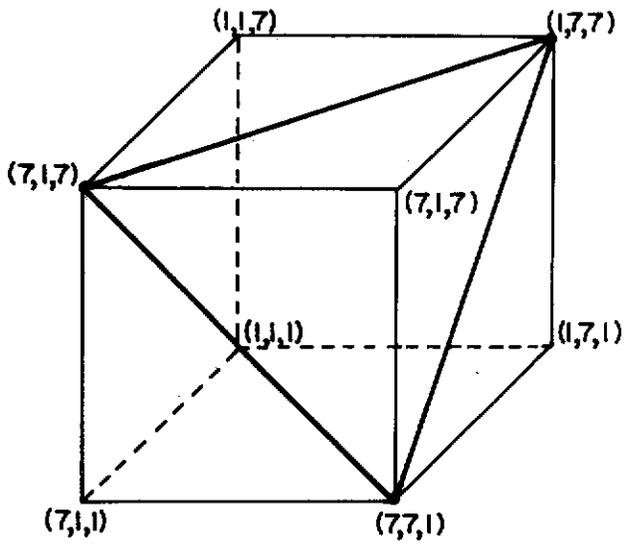


Figura 9b.

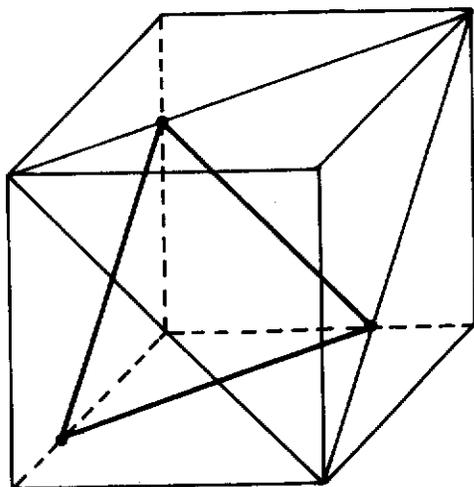


Figura 9c.

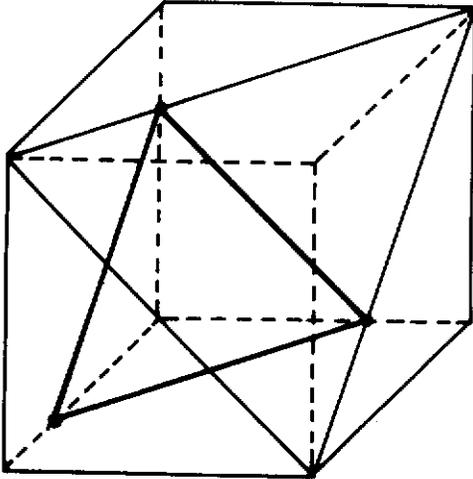


Figura 9d.

## REFERENCIAS

- CARTER, J. E. L.; W. D. ROSS; W. DUQUET y S. P. AUBRY  
 1983 "Advances in Somatotype Methodology and Analysis",  
*Yearbook of Physical Anthropology*, 26: 193-213.
- DUQUET, W. y M. HEBBELINCK  
 1977 "Application of the somatotype attitudinal distance to the  
 study of group and individual somatotype status and  
 relations", *Growth and Development*, Physique Symp. Biol.  
 Hung: 377-383.
- HEATH, B. H. y J. E. L. CARTER  
 1967 "A Modified Somatotype Method", *Am. J. Phys. Anthropol.*,  
 27:57-73.
- PARNELL, R. W.  
 1954 "Somatotyping by Physical Anthropology". *Am. J. Phys.  
 Anthropol.*, 12:209-239.
- PETERSON, G.  
 1967 *Atlas for Somatotyping Children*. Assen, Holanda, Charles C.  
 Thomas Pub. Royal Vangorcum Ltd, Pub.
- RAMOS GALVÁN, Rafael  
 1989 Dictamen sobre la obra de María Villanueva. *Consejo  
 Técnico de Humanidades*, UNAM.
- ROSS, W. D. Wilson  
 1973 "A Somatotype Dispersion Index", *Res. Q. Exerc. Sport.*,  
 44:372-376.
- SHELDON, W. H.  
 1940 *The Varieties of Human Physique*, Nueva York, Harper and  
 Brothers, Pub.
- 1949 *Varieties of Delinquent Youth*, Nueva York, Harper and  
 Brothers, Pub.
- 1950 "The Somatotype, the Morphophenotype and the Morpho-  
 hogenotype", *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative  
 Biology*; Nueva York, 15: 373-382.
- 1954 *Atlas of Men*, Nueva York, Harper and Brothers, Pub.

1965 *Moudsley Request Lecture*, Londres, Paper read by Emil M. Hartl, at the Royal Soc. of Medicine.

VILLANUEVA, María

1974 *Comparación de cuatro métodos somatotipológicos*, México, Escuela Nacional de Antropología e Historia, tesis.

1989 "La problemática relacionada al análisis estadístico de los datos somatotipológicos", *Estudios de Antropología Biológica*, V Coloquio de Antropología Física "Juan Comas" (en prensa).