

Análisis multivariado de la variación reflectométrica durante el proceso de crecimiento

Esther Rebato, Javier Rosique

Departamento de Biología Animal y Genética (Antropología). Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco-E.H.U.. Apdo. 644-48080 Bilbao (España)

Dirección para correspondencia: Esther M. Rebato. Departamento de Biología Animal y Genética (Antropología). Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco-E.H.U. Apdo. 644-48080 Bilbao (España). E-mail: ggpreoce@lg.ehu.es

Palabras clave: Pigmentación, reflectometría, Análisis en Componentes Principales (ACP)

Resumen

Se ha estudiado la pigmentación de la piel mediante reflectometría en una muestra de 1.682 escolares de la provincia de Vizcaya (País Vasco), de ambos sexos (889 mujeres y 793 varones), con edades comprendidas entre los 8⁺ y los 19⁺ años. Se ha utilizado un espectrofotómetro de reflectancia EEL DS29 digital Unigalvo, midiendo en la frente y en la cara interna del brazo con los filtros 601 a 609. La información proporcionada por la medición con los 9 filtros (18 variables) ha quedado recogida finalmente en las mediciones de reflectancia realizadas con los filtros impares (601, 603, 605, 607 y 609), a los que se les ha añadido el filtro 604. Las variaciones ontogénicas y el dimorfismo sexual se han estudiado a nivel multivariado, mediante el empleo de un Análisis de Componentes Principales (ACP) para estas variables. Tras la solución rotada del ACP se han obtenido dos factores de tamaño (brazo y frente). En general, se observa un ligero aclaramiento de la pigmentación de la piel del brazo con la edad en ambos sexos, estadísticamente significativo en algunas clases de edad y una disminución del porcentaje de reflectancia en la frente (oscurecimiento). El dimorfismo sexual para la pigmentación es notable en los períodos puberal y postpuberal, atenuándose al final del periodo ontogénico considerado. La tendencia general indica que las chicas tienden a ser algo menos pigmentadas que los chicos. La maduración sexual femenina puede ser considerada un factor de aclaramiento de algunas zonas no expuestas.

Abstract

Skin colour through reflectometry was studied in a school sample of 1,682 children of both sexes (889 girls and 793 boys) from the Biscay province (Basque Country) with a range of ages from 8 to 19 years. A EEL DS29 digital Unigalvo reflectance spectrophotometer was used, by measuring on the forehead and inner arm

with 601 to 609 filters. The information got by measuring with the 9 filters (18 variables) was finally recorded in the reflectance measures done with the odd filters (601, 603, 605, 607 and 609), to which filter 604 was added. Ontogenetic variations and sexual dimorphism were studied at a multivariate level by using a Principal Component Analysis (PCA) for these variables. After the rotated solution of the PCA two factors of size (arm and forehead) were obtained. In general, a fair lightening of the skin colour in the arm with the age in both sexes was observed, statistically significant for some groups of age, and a decrease of the percentage of reflectance at the forehead darkening. Sexual dimorphism for skin colour was remarkable during puberal and postpuberal periods, but was attenuated at the end of the considered ontogenic period. General tendency indicated that girls tended to be less coloured than boys. Female sexual maturation could be considered as a lightening factors in some non-exposed areas.

Introducción

El color de la piel es un clásico ejemplo de carácter de variación continua (Cavalli Sforza y Bodmer 1981). La genética de su variación normal parece estar relacionada con un modelo poligénico en el que intervienen unos pocos genes principales, que son los que contribuyen a las diferencias de pigmentación entre los grupos humanos (Byard 1981). El efecto ambiental juega un papel muy importante en la determinación de este rasgo, aunque el sexo y la edad de los individuos son importantes factores a tener en cuenta cuando se analiza la variabilidad intrapoblacional del mismo. Al igual que en otras poblaciones (ver recopilación en Robins, 1991) la objetividad de la metodología basada en la espectrofotometría de reflectancia (Weiner 1951) ha permitido realizar diversos análisis antropológicos en la población del País Vasco: comparaciones poblacionales, estudio del dimorfismo sexual y de la variabilidad ontogénica, análisis de microdiferenciación local, entre otros (Rebato 1987, Rebato et al. 1991, 1993), y también ha posibilitado las estimas de la heredabilidad del carácter, a partir de los coeficientes de correlación de los porcentajes de reflectancia obtenidos entre individuos emparentados para muestras de esta población (Rebato et al. 1999). Sin embargo, hasta el momento no han sido publicados estudios sobre variaciones de la pigmentación de la piel mediante análisis multivariado para la población vasca.

El objeto de esta investigación es el estudio de la variabilidad de la pigmentación de la piel durante el crecimiento en una muestra de población vizcaina (Vizcaya, País Vasco), tanto en lo que se refiere a los cambios con la edad como al dimorfismo sexual. Se empleará el análisis de componentes principales (ACP) para resumir la información que proporcionan los diversos filtros con los que se construyen las curvas de reflectancia, y facilitar así la interpretación biológica de los cambios que acontecen durante la pubertad.

Material y métodos

Se ha estudiado la pigmentación de la piel por reflectometría de 1.682 escolares, no emparentados, de ambos sexos (889 mujeres y 793 varones), con edades comprendidas entre los 8⁺ y los 19⁺ años, procedentes de la zona de La Costa de la provincia de Vizcaya (Rosique 1992). La pigmentación ha sido medida en la frente y en la cara superior interna del brazo izquierdo mediante un espectrofotómetro de reflectancia portátil, EEL DS29 digital Unigalvo, con los filtros 601 a 609 según el protocolo del IBP (Weiner y Lourie 1981). Las medidas han sido calibradas mediante un patrón blanco de Carbonato de Magnesio (CO₃Mg), al que se le ha hecho corresponder el 100% de reflectancia para cada longitud de onda y zona del cuerpo. El muestreo se realizó durante los meses de Otoño-Invierno para intentar homogeneizar lo más posible los efectos del aumento de la insolación en función del mes de medida. Las variables analizadas (un total de 18), se han expresado en % de reflectancia para cada uno de los filtros utilizados.

Metodología estadística

Como paso previo al Análisis de Componentes Principales (ACP), se ha probado la normalidad de cada variable en la muestra subdividida por sexos y en cada clase de edad de un año para cada sexo por separado mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. En la muestra masculina sólo tres variables han presentado normalidad (brazo: filtros 601y 603; frente: filtro 606), las demás variables se pueden considerar no normales. En la muestra femenina todas las variables se han desviado significativamente de la gaussiana. Además, el ligero exceso de individuos medidos entre los 14 y 16 años tal y como se observa en la distribución de la muestra por edades (Tabla 1) puede influir en la existencia de una cierta asimetría negativa. La falta de normalidad de las variables reflectométricas es frecuente en casi todos las investigaciones sobre pigmentación como consecuencia de la propia naturaleza de estas variables (porcentajes).

Edad	Chicos	Chicas
9,5	61	58
10,5	56	61
11,5	64	66
12,5	62	61
13,5	81	62
14,5	135	186
15,5	95	121
16,5	131	165
17,5	51	42
18,5	39	32

Tabla 1. Distribución de la muestra de La Costa de Vizcaya medida para la pigmentación, en función del sexo y edad. Los datos oscilan en función del filtro utilizado y zona de medida (Rosique, 1992).

Table 1. Distribution of the Biscayan Coast sample regarding sex and age. The number of data varies by filter and area of measurement (Rosique, 1992).

Análisis de Componentes principales (ACP): procedimiento

Numerosos autores reflejan en sus trabajos la existencia de una fuerte correlación entre las distintas longitudes de onda (Leguebe 1961, 1986, Rebato 1985), es decir entre filtros consecutivos, característica que también se presenta en este estudio. Por ello el ACP se revela como una buena solución para tener en cuenta esta circunstancia y para simplificar el estudio de este rasgo poligénico (Leguebe 1977, 1983). La fuerte correlación encontrada en la muestra de escolares vizcainos (Tabla 2), hace que la matriz de correlaciones condicione el ACP. Por ello se ha procedido a eliminar las variables redundantes hasta llegar a obtener el número de filtros más adecuado para efectuar el análisis. El procedimiento seguido ha sido el siguiente:

- 1º) repetir el ACP eliminando sucesivamente cada uno de los filtros pares.
- 2º) comparar en cada análisis el valor del coeficiente KMO (Kaiser-Mayer-Olkin) y del porcentaje de varianza explicado.
- 3º) elegir el conjunto de variables que consiga explicar un porcentaje de varianza mayor y posea un valor alto de KMO.

El mejor resultado (KMO=0,93 y varianza explicada = 85,2 %) ha sido obtenido al añadir al conjunto de los filtros impares (601, 603, 605, 607 y 609) el filtro 604. El test de Bartlett para la esfericidad ha resultado muy significativo para este análisis. Se han extraído dos factores, de tal suerte que el primero explica el 60,8 % de la varianza total. Esto implica que el uso de 9 filtros es redundante para la descripción multivariada del color de la piel. La información contenida en los 9 filtros puede ser recogida por un máximo de 6 filtros (601, 603, 604, 605, 607 y 609) en el presente estudio, pero además se debe tener en cuenta que conjuntos más pequeños pueden ser igualmente satisfactorios. Por ello también parece justificado el uso de tres filtros (601, 605 y 609), como de hecho se ha venido haciendo intuitivamente en muchas investigaciones (Harvey y Lord 1978). En casos extremos, y principalmente en estudios con enfoque genético, se ha abogado por el uso exclusivo de un sólo filtro, el 609, que se relaciona con la cantidad de melanina que no se ve afectada por la cantidad de sangre presente en la piel (Harrison y Owen 1956). Pero es obvio que este último caso no es un buen resumen del rango de variación de la longitud de onda del espectro

visible. Efectivamente, a lo largo de la historia de la reflectometría de la piel humana, muchos investigadores han considerado suficiente trabajar con 3 filtros (601, 605 y 609). Para llegar a tener una idea de como puede afectar al ACP el uso exclusivo de 3 filtros, se pueden consultar los valores de KMO y los porcentajes de varianza explicada para tres análisis multivariados comparativos en la muestra del presente estudio (Tabla 2).

Filtros	KMO	% Varianza explicada
3 (601, 605 y 609)	0,75	83,5
5 (601 a 609, impares)	0,90	84,4
6 (impares + 604)	0,93	85,2

Tabla 2. Resultados de los 3 ACP, utilizando 3, 5 y 6 filtros.

Table 2. Results of the three PCA using 3, 5 and 6 filters.

Estos resultados ilustran que con la utilización de tres filtros sólo se habría perdido el 1,7 % de la varianza explicada y el valor de KMO seguiría siendo alto. Por tanto, para los estudios multivariados también parece idóneo el trabajo con 3 longitudes de onda, ya que se recoge adecuadamente el rango espectral que más interesa (425 a 685 nm). En contra del uso exclusivo de los tres filtros se puede decir que no llegaría a detectarse la inflexión característica del filtro 605 (en leucodermos), la cual se presenta en término medio en el paso del filtro 604 al 605. Este puede ser un argumento a favor del manejo de al menos todos los filtros impares. En la lista anterior se puede notar también que el análisis multivariado con 6 filtros (impares+604) es la mejor solución. La inclusión de otros filtros empeora los resultados o hace el análisis inviable, ya que se extraen factores con valores propios menores que uno y por consiguiente no se pueden obtener vectores ortogonales. Por otro lado, la solución no ortogonal (oblicua) no ayudaría a la interpretación biológica de la pigmentación de la piel y por ello se ha desestimado en el presente estudio. En resumen, el estudio multivariado, teniendo en cuenta las correlaciones entre filtros, indica que un conjunto de 6 longitudes de onda recoge de forma muy satisfactoria la variabilidad total de la muestra.

Filtro	Factor-I	Factor-II
B601	0,900	0,159
B603	0,938	0,214
B604	0,943	0,221
B605	0,928	0,220
B607	0,912	0,240
B609	0,870	0,168
F601	0,257	0,831
F603	0,261	0,904
F604	0,194	0,923
F605	0,150	0,912
F607	0,163	0,893
F609	0,166	0,841

Tabla 3. Valor de los coeficientes de correlación de los filtros utilizados en el ACP con los dos factores rotados. F (frente), B (brazo).

Table 3. Value of the correlation coefficients of the filters used in the PCA with the two rotated factors. F (forehead), B (arm).

Resultados y discusión

En el ACP (con 6 filtros), se ha estudiado en primer lugar la solución no rotada de los dos factores. Se ha obtenido que el primer factor se correlaciona positivamente con todos los filtros en un grado muy elevado (coeficientes entre 0,69 y 0,84), siendo por tanto un factor de tamaño; el segundo factor se correlaciona positivamente con la reflectancia de la frente y negativamente con la del brazo, por tanto es un factor de forma cuya interpretación podría acercarse a un factor de bronceado diferencial brazo-frente. El factor de tamaño se podría interpretar como reflectancia en general. Aunque hablar de tamaño y forma para la pigmentación de la piel puede parecer extraño,

estos términos, se emplean en sentido matemático. El segundo factor tendría valores altos cuando la frente estuviera menos bronceada que el brazo y bajos en el caso contrario. Este segundo factor podría ser utilizado como una alternativa multivariada al estudio univariado de los índices de oscurecimiento, como el de Ducros (Ducros et al. 1975). La solución rotada convierte a los dos factores en factores de tamaño y esto tiene una mayor utilidad para describir las variaciones de reflectancia en el período ontogénico que comprende la muestra del presente estudio. Esta solución separa el brazo de la frente como variables independientes y elimina el factor de bronceado diferencial. Los coeficientes de correlación de los filtros con los dos factores rotados, se muestran en la tabla 3.

Variaciones ontogénicas en el modelo multivariado

La figura 1 muestra la representación gráfica de las puntuaciones de las clases de edad en el plano de los factores. Aunque el gráfico puede parecer difícil de interpretar, existe una tendencia general en ambos sexos que se pone en evidencia independientemente de otros detalles. Esta tendencia consiste en un aumento del valor del F-I y paralelamente una disminución del valor del F-II para el período ontogénico de 9,5 a 18,5 años (considerado globalmente). Esto puede ser corroborado por el estudio de la correlación lineal de los factores con la edad decimal. Dicha correlación es baja, pero muy significativa, como puede apreciarse en la Tabla 4.

Factores del ACP	r (chicos)	r (chicas)
Factor I	0,184 ***	0,221 ***
Factor II	-0,343 ***	-0,200 ***

Tabla 4. Valores del coeficiente de correlación r de Pearson entre los 2 factores del ACP y la edad decimal, en ambos sexos. *** = p < 0,001.

Table 4. Values of the Pearson's correlation coefficient, r, between the 2 factors of the PCA and decimal age, in both sexes. *** = p < 0.001.

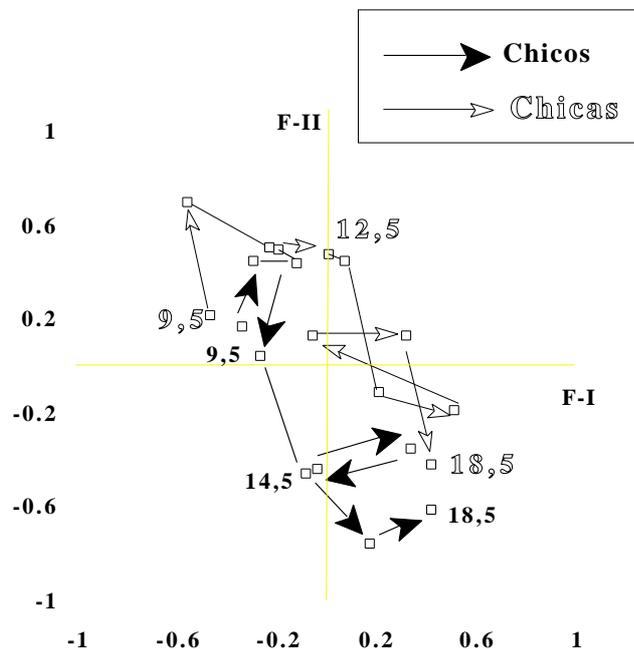


Figura 1. Representación de las variaciones ontogénicas de la pigmentación de la piel en el plano de las Componentes Principales.

Figure 1. Representation of the ontogenetic variations of the skin colour in the plan of the Principal Components

El primer factor tiene una correlación positiva con la edad, indicando un cierto aclaramiento del color de la piel del brazo durante el período ontogénico considerado. El segundo factor tiene

correlación negativa, lo que indica un cierto oscurecimiento del color de la piel de la frente al aumentar la edad. Sin embargo, la presencia de un efecto ontogénico en el primer factor puede sostenerse con mayor solidez que en el segundo, ya que la cara interna del brazo es un lugar poco expuesto y la medición no se ha efectuado en período de alta insolación. En el oscurecimiento del factor II el efecto ontogénico es más discutible, ya que la frente está expuesta al oscurecimiento por efecto climático coadyuvando otros factores del ambiente sociocultural (hábitos, actividad física, lugar de residencia, etc.).

La variación cuantitativa de la pigmentación de la piel a lo largo del período ontogénico ha sido contrastada mediante ANOVA de una sola vía, tomando como variable independiente la edad. El resultado de dicho análisis se presenta en la Tabla 5.

CHICOS	F de Bartlett-Box	F (g.l.: 9 y 750)	Scheffe (= 0,05)	Kruskal-Wallis ² , g.l.:9
Factor I	4,10***	4,93***	15,5 > 9,5 15,5 > 13,5	46,77***
Factor II	0,78 NS	16,06***	9,5 > 14,5 y 17,5 10,5 > (14,5;15,5;16,5;17,5) 11,5 > (14,5;15,5;16,5;17,5) 12,5 > (14,5;15,5;16,5;17,5) 13,5 > 17,5	
CHICAS	F de Bartlett-Box	F (g.l.: 9 y 833)	Scheffe (= 0,05)	Kruskal-Wallis ² , g.l.:9
Factor I	7,11**	8,98***	9,5 < 14,5 10,5 < (14,5; 17,5 y 18,5) (9,5; 10,5 y 16,5) < 15,5	74,41***
Factor II	0,92 NS	10,15***	(10,5; 11,5;12,5;13,5) > 14,5 (10,5; 11,5; 12,5 y 13,5) > 15,5 (10,5; 11,5; 12,5 y 13,5) > 18,5 10,5 > 16,5	-

Tabla 5. Resultados del análisis ANOVA de una sola vía, tomando como variable independiente la edad. *= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$; ***= $p < 0,001$; NS=no significativo. Los resultados del test de Scheffe expresan las diferencias entre las clases de edad.

Table 5. Results of the one-way ANOVA analysis, considering the age as the independent variable. *= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$; ***= $p < 0,001$; NS = non-significant. The results of the Scheffe test express the differences between the age groups.

Las figuras 2 y 3 reflejan la variación con la edad de los factores por separado y pueden ayudar a esclarecer el análisis. Aunque la interpretación de las diferencias no es sencilla, ya que el patrón de variación no es muy claro, se puede abordar dicha interpretación del siguiente modo:

a) En el factor I se encuentra un ligero aumento de reflectancia hacia los 15,5 años, en los chicos, que arroja diferencias significativas sólo con dos clases de edad anteriores (9,5 y 13,5). En el mismo factor, para las chicas, existe un aumento similar hacia los 14,5 y 15,5 años de edad y además se nota también un aumento significativo (aunque ligero) al final del período ontogénico (17,5 y 18,5). Por tanto, en líneas generales, puede decirse que la pigmentación de la piel en el brazo, para ambos sexos, tiende a un ligero aclaramiento que llega a ser estadísticamente significativo sólo para algunas clases de edad. El aclaramiento de la cara interna del brazo a lo largo del período de crecimiento ha sido encontrado en otras poblaciones (Garn et al. 1956, Kalla 1973, Kahlon 1976, Mesa 1983). Otros autores no encuentran evidencias de variaciones ontogénicas (Lasker 1954, en población mejicana mestiza) o bien detectan un mantenimiento del oscurecimiento preadolescente hasta la fase adulta, quizá por la intensa radiación solar a que se hallan sometidas esas poblaciones (Hulse 1970, Conway y Baker 1972).

b) En el factor II se presenta de forma más ostensible un patrón de oscurecimiento (ver figura 3). Las clases de edad inferior (de 9,5 a 13,5 en chicos y de 10,5 a 13,5 en chicas) presentan diferencias significativas con edades superiores. En chicos se marca una diferencia bastante neta entre individuos menos pigmentados (hasta la edad de 13,5) y más pigmentados (desde 13,5 en

adelante). La barrera de los 13,5 años podría ser interpretada como un *rubicón* de tipo social, es decir, es posible que se relacione con un momento en que la población masculina tiene más movilidad e independencia de los cuidados familiares por haberse traspasado el límite de las costumbres, más hogareñas, de la infancia. En cambio, el mayor recato femenino puede que influya en que no se repita de forma tan neta el patrón masculino. Así pues, dicho patrón sugiere la hipótesis de un aumento de la pigmentación media de la frente posterior a un supuesto *rubicón* social masculino. A favor de esta hipótesis podría jugar la mayor libertad social de que goza el adolescente respecto al niño. No debe olvidarse que en la muestra femenina el descenso de reflectancia desde los 13,5 años de edad también se da y además coincide con el período postpuberal. Pero, lo que distingue el patrón femenino del masculino es que 3 años más tarde, se encuentra una recuperación de la reflectancia, aunque no llega a alcanzar el nivel que tenía a los 13,5 años de edad. Las disminuciones del porcentaje de reflectancia en la frente durante el período de crecimiento se aprecian de forma general en muchas poblaciones (Hulse 1970, Mesa 1983). Se ha señalado que un posible factor causal puede ser la acumulación de melanina y el incremento del riego sanguíneo en esa zona del cuerpo, especialmente en varones (Rigters-Aris 1973).

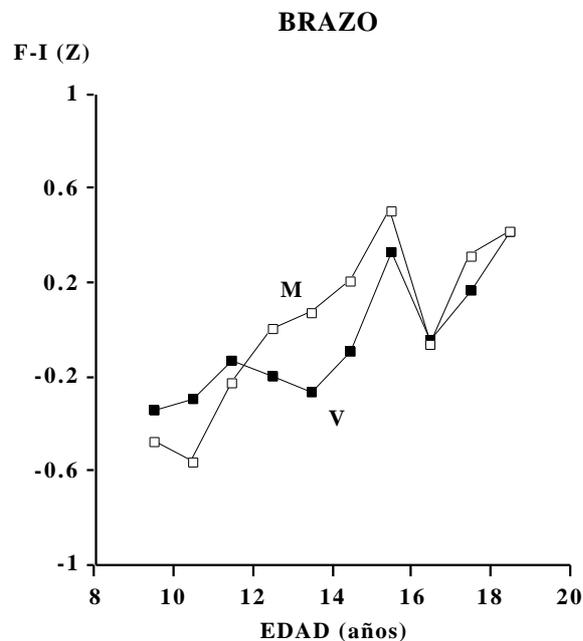


Figura 2. Variación de la primera componente (reflectancia del brazo) con la edad. M (mujeres), V (varones).
Figure 2. Variation of the first component (arm reflectance) with the age. M (women), V (men).

Dimorfismo sexual en el modelo multivariado

En cuanto al dimorfismo sexual, se suele considerar de forma general, y para la mayor parte de las poblaciones, que la mujer está menos pigmentada que el varón. De hecho las muestras femeninas suelen presentar valores de reflectancia mayores que las muestras masculinas (Tiwari y Kalla 1968, 1969, Kalla y Tiwari 1970, Byard y Lees 1982, Mesa 1983, Relethford et al. 1983). Sin embargo, este patrón de variación no siempre es muy claro y depende de distintos factores, entre ellos la edad y la zona del cuerpo considerada. En las figuras 2 y 3 pueden apreciarse las siguientes características:

a) Pigmentación de la cara interna del brazo: hasta los 11,5 años de edad, es decir algo más de un año antes del final de la pubertad femenina (la edad de menarquia de las chicas de la muestra estudiada se ha estimado en 12,75 años (Rosique, 1992)), las niñas están algo más pigmentadas que los niños. Pero a partir de dicha edad el fenómeno se invierte. Este hecho dura hasta los 15,5 años

de edad, momento en el que casi desaparece el dimorfismo, aunque la muestra femenina conserva la tendencia, característica del adulto, a poseer valores mayores de reflectancia. El ANOVA realizado (Tabla 6) indica que las únicas diferencias significativas entre chicos y chicas se presentan a los 14,5 y a los 15,5 años de edad. En resumen, el dimorfismo para el la pigmentación no es muy marcado en esta zona poco expuesta y considerada como un reflejo de la parte más genética (en el sentido de menor exposición al ambiente) de la pigmentación, y parece ser mayor en el momento de la pubertad masculina, posiblemente por influencias de tipo hormonal.

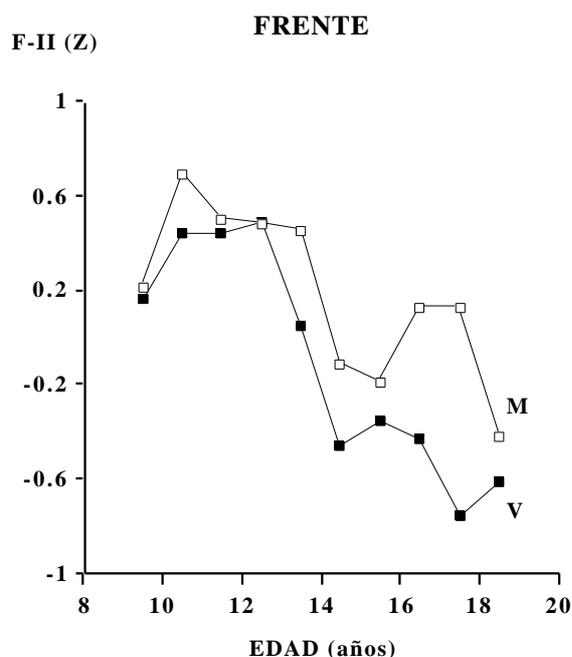


Figura 3. Variación de la segunda componente (reflectancia de la frente) con la edad. M (mujeres), V (varones).
Figure 3. Variation of the second component (forehead reflectance) with the age. M (women), V (men).

b) Pigmentación de la frente: la muestra femenina posee valores mayores de reflectancia a todas las edades, excepto a los 12,5 años de edad en que ambos sexos prácticamente se igualan. Pero el ANOVA indica que las únicas diferencias significativas se dan desde los 13,5 a los 14,5 años de edad y desde los 16,5 a los 17,5. En la frente el dimorfismo es algo mayor que en el brazo y comienza a manifestarse hacia el final de la pubertad femenina, aunque perdura durante el período postpuberal.

Como se observa en la Tabla 6, el único caso en el que ha sido necesario aplicar la U de Mann-Whitney ha confirmado el resultado del test F. Aunque el dimorfismo sexual para la pigmentación de la piel se observa preferentemente en los períodos puberal y postpuberal en la muestra vizcaína estudiada, se atenúa mucho al final de la pubertad. Es importante señalar que la tendencia general que se desprende de los análisis realizados, indica que las chicas tienden a ser algo menos pigmentadas que los chicos. La maduración sexual femenina puede ser considerada un factor de aclaramiento de algunas zonas no expuestas.

Variables	F Bartlett-Box	F	Mann-Whitney (Z)
9,5 años:		g.l.:1 y 117	
F-I	1,23 NS	0,84 NS	
F-II	1,60 NS	0,09 NS	
10,5 años:		g.l.:1 y 115	
F-I	2,33 NS	3,60 NS	
F-II	0,91 NS	2,31 NS	
11,5 años:		g.l.:1 y 128	
F-I	0,14 NS	0,65 NS	
F-II	0,87 NS	0,12 NS	
12,5 años:		g.l.:1 y 121	
F-I	0,28 NS	2,21 NS	
F-II	0,39 NS	0,01 NS	
13,5 años:		g.l.:1 y 136	
F-I	0,24 NS	5,67 *	v < m
F-II	3,70 NS	6,43 *	v < m
14,5 años:		g.l.:1 y 380	
F-I	0,14 NS	7,00 **	v < m
F-II	0,15 NS	10,38 **	v < m
15,5 años:		g.l.:1 y 204	
F-I	1,62 NS	1,20 NS	
F-II	0,27	1,49 NS	
16,5 años:		g.l.:1 y 294	
F-I	4,58 *	0,01 NS	-0,08 NS
F-II	0,70 NS	26,85 ***	v < m
17,5 años:		g.l.:1 y 91	
F-I	0,01 NS	0,56 NS	
F-II	0,03 NS	18,09 ***	v < m
18,5 años:		g.l.:1 y 58	
F-I	0,16 NS	0,01 NS	
F-II	1,64 NS	0,69 NS	

Tabla 6. Resultados del análisis ANOVA de una sola vía para el dimorfismo sexual en cada grupo de edad. m= muestra femenina, v=muestra masculina. *= $p<0,05$; **= $p<0,01$; ***= $p<0,001$; NS=no significativo.

Table 6. Results of the one-way ANOVA analysis for sexual dimorphism in each group of age. m= female sample, v = male sample. *= $p<0.05$; **= $p<0.01$; ***= $p<0.001$; NS = non-significant.

Bibliografía

- Byard, P.J., 1981, Quantitative genetics of human skin colour. *American Journal of Physical Anthropology*, 24, 123-137.
- Byard, P.J., y Lees, F.C., 1982, Skin colorimetry in Belize. II. Inter-and intra population variation. *American Journal of Physical Anthropology*, 58, 215-219.
- Cavalli Sforza, L.L. y Bodmer, W.F., 1981, *Genética de las Poblaciones Humanas*. (Barcelona: Editorial Omega).
- Conway, D.L., y Baker, P.T., 1972, Skin reflectance of Quechua Indians: The effects of genetic admixture, sex and age. *American Journal of Physical Anthropology*, 36, 267-282.
- Ducros, A., Ducros, J., y Pierre, P., 1975, Pigmentation et brunissement comparés d'Eskimo (Ammassalimiut, Groenland de L'Est). *L'Anthropologie*, 79, 299-316.
- Garn, S.M., S. Selby, y Crawford, M.R., 1956, Skin reflectance studies in children and adults. *American Journal of Physical Anthropology*, 14, 101-117.
- Harrison, G.A., y Owen, J.J., 1956, The application of spectrophotometry to the study of skin colour inheritance. *Acta genetica*, 6, 481-485.

- Harvey, R.G., y Lord, J.M., 1978. Skin colour of the Ainu of Hidaka, Hokkaido, Northern Japan. *Annals of Human Biology*, 5, 459-467.
- Hulse, F.S., 1970, Skin color among Yemenite Jews of the isolate from Habban. *Proceedings of the VIIIth Congress of Anthropological and Ethnological Sciences, Tokyo*, 1, 226-228.
- Kalla, A.K., 1973, Ageing and sex differences in human skin pigmentation. *Zeitschrift Für Morphologie Und Anthropologie*, 65, 29-33.
- Kalla, A.K., y Tiwari, S.C., 1970, Sex differences in skin colour in man. *Acta Geneticae Medicae et Gemellologicae*, 3, 472-476.
- Leguebe, A., 1961, Contribution à l'étude de la pigmentation chez l'homme. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique*. 37, 1-29.
- Leguebe, A., 1983, The statistical treatment of spectrophotometric data relating to skin colour. *Indian Journal of Physical Anthropology and Human Genetics*, 9, 57-84.
- Leguebe, A. 1986, Variation morphologique: couleur de la peau. En *L'Homme, son évolution, sa diversité*, editado por D. Ferembach, C. Susanne y M.C. Chamla (Paris, France: CNRS & Doin) p 427.
- Leguebe, A., 1977, Analyse en composantes principales de la couleur de la peau. *L'Anthropologie*, 81, 99-114.
- Mesa, M.S., 1983, Analyse de la variabilité de la pigmentation de la peau durant la croissance. *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 10, 49-60.
- Rebato, E., Rosique, J., y González Apraiz, A., 1993, Skin colour variability in Basque boys aged 8-19 years. *Annals of Human Biology*, 20, 293-307.
- Rebato, E., 1985, Antropología de la complejión, fisionomía y somatometría del biotipo vasco. Ph.D. thesis. Universidad del País Vasco (EHU). Bilbao, España.
- Rebato, E., 1987, Skin colour in the Basque Population. *Antropologischer Anzeiger*, 45, 49-55.
- Rebato, E., González Apraiz, A., y Rosique, J., 1991, Variations ontogéniques de la pigmentation de la peau chez un échantillon de jeunes basques. *Données préliminaires. Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 3, 241-255.
- Rebato, E., Salces, I., San Martín, L., Rosique, J., y Susanne, C., 1999, Sibling correlations of the skin pigmentation during growth. *Human Biology*, 71, 277-293.
- Relethford, J.H., Stern, M.P., Gaskill, S.P., y Hazuda, H.P., 1983, Social class, admixture, and skin color variation in mexican-americans and anglo-americans living in San Antonio, Texas. *American Journal of Physical Anthropology*, 61, 97-102.
- Rigters-Aris, C.A.E., 1973, A reflectometric study of the skin in Dutch families. *Journal of Human Evolution*, 2, 123-136.
- Robins, A.H., 1991, *Biological perspectives on human pigmentation* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Rosique, J., 1992, Estudio transversal del crecimiento en escolares vizcaínos. La variación antropométrica como componente de la estructura biológica de la población. Ph.D. thesis. Universidad del País Vasco (EHU). Bilbao, España.
- Tiwari, S.C., y Kalla, A.K., 1969, A study of the skin colour changes during adolescence among the females. *Acta medica Auxologica*, I-3, 218-222.
- Tiwari, S.C., y Kalla, A.K., 1968, Dimorphism in the effect of adolescence on skin pigmentation. *The Anthropologist (special volume)*, 169-174.
- Weiner, J. S., 1951, A spectrophotometer for measurement of skin colour. *Man*, 5, 152-153.
- Weiner, J.S., y Lourie, J.A., 1981, *Practical Human Biology*. (London: Academic Press).