

# Estudio de la forma de arcada del adulto español.

Labajo González, Elena, Perea Pérez, Bernardo y Sánchez Sánchez, José Antonio.

Cita:

Labajo González, Elena, Perea Pérez, Bernardo y Sánchez Sánchez, José Antonio (2004). *Estudio de la forma de arcada del adulto español*. *Ortodoncia Española*, 44 (2), 108-115.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/elenalabajogonzalez/54>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/pcQr/Aux>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.  
Para ver una copia de esta licencia, visite  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*



E. Labajo

## Estudio de la forma de arcada del adulto español

### Analysis of Spanish adult dental arch form

E. LABAJO GONZÁLEZ\*, B. PEREA PÉREZ\*\*, J. A. SÁNCHEZ SÁNCHEZ\*\*

Madrid

**RESUMEN:** La arcada dental y su forma es uno de los pilares de los estudios ortodóncicos. Los intentos de ajustar la forma de la arcada dental a una curva matemática predeterminada han sido numerosos y diversos. En una muestra de 108 digitalizaciones de arcada se estudia el ajuste a la parábola, la elipse y la curva catenaria. Posteriormente, se realizará una comparativa entre los ajustes a las 3 curvas. Según nuestros resultados, la arcada del adulto español puede calificarse de elipsoide, ya que en todos los casos ajusta mejor a la elipse, a continuación a la parábola y a la curva que peor ajusta es a la curva catenaria.

**PALABRAS CLAVE:** Forma de arcada dental. Dentición permanente. Población española. Ajuste. Curva matemática.

**ABSTRACT:** Dental arch form is one the foundations of orthodontic diagnosis. Efforts to adjust dental arch form to a mathematically predetermined curve have been made in different studies. In a sample of 108 digitally dental arches their correspondence with parabolical, elliptic and catenary curves were studied. A comparative study between adjustment to these three curves was made. From our results, Spanish adult dental arch form can be classified as elliptical, because of best fitting to an elliptical shape, followed by a parabolical curve and catenary curve.

**KEY WORDS:** Dental arch form, permanent dentition, Spanish population, adjustment, mathematical curve

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la arcada dental, de su forma y su métrica, es muy importante en odontología general, ortodoncia, prótesis o implantología, odontología forense, antropología y paleoantropología. La capacidad para describir la forma de la arcada dental es necesaria para los estudios biomecánicos de oclusión así como para los estudios antropológicos y de variación dental en humanos y primates o para los estudios clínicos anterior y posterior al tratamiento ortodóntico.

Desde los trabajos de Hawley<sup>1</sup> y su primer intento por describir la forma de la arcada dental, muchos han sido los autores que han pretendido describir la forma de la arcada y los métodos para su estudio.

Hawley<sup>1</sup> se basó en los trabajos de Bonwill (1885). La forma de arcada ideal tendría forma de

triángulo equilátero, cuya base representa la anchura bicondílea y el vértice al punto interincisivo.

En la actualidad, numerosos autores se orientan hacia las investigaciones que se basan en la curva catenaria. McConnal (1949) llega a afirmar que la curva catenaria es la disposición correcta de la arcada y que las desviaciones de esta forma son patológicas. Burdie y Lillie<sup>2</sup>, describen como curva catenaria la forma normal del hueso durante la embriogénesis<sup>3</sup>.

Lundström<sup>4</sup>, estudia la forma de las arcadas dentales desde el punto de vista de la asimetría.

Currier<sup>5</sup>, llega a la conclusión de que la forma de la arcada dental es parabólica cuando la definición de forma de arcada se hace con relación a los centroides (centro de la cara oclusal). Sin embargo, esta forma parabólica puede presentar un vasto abanico de variaciones (elipsoidal, oval, en U, en herradura, etc.)<sup>6</sup>.

Brader<sup>7</sup>, sugirió que la forma de arcada dental es producto de un equilibrio de fuerzas y que se aproxi-

\* Profesor asociado. Universidad Europea de Madrid. Madrid.

\*\* Profesor titular. Escuela de Medicina Legal. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. España.

ma a la porción más estrecha de una curva de elipse trifocal, estudiando los trabajos de anteriores investigadores.

Sampson<sup>8</sup>, utiliza el ajuste a arcos de secciones de cono para establecer la forma de arcada dental. Este método tiene como ventaja que permite establecer porcentajes en cuanto a la forma de arcada y representar gráficamente las variaciones en cuanto a la forma, utilizando la misma función (tanto ideal, como normal o las variaciones).

Felton y cols<sup>9</sup>, realizan un análisis computarizado de la forma y estabilidad mandibular mediante fotocopias de modelos y su posterior digitalización.

Halazonetis y cols<sup>10</sup>, describen cualitativamente la forma de la mandíbula en adolescentes caucásicos a través de cefalogramas y mediante sistemas de ecuaciones de Fourier.

Champagne<sup>11</sup>, estudia las dimensiones de arcada mediante fotocopias de modelo. Para el autor este método es preciso para: forma de arcada pre y post-tratamiento, rotaciones dentales, comunicación de casos, oclusogramas, y menos preciso para: estudio de la longitud de arcada o para realizar oclusogramas para el estudio del espacio disponible.

Moyers<sup>12</sup>, estudia la forma de arcada dental a lo largo de las 3 denticiones.

Ferrario y cols<sup>13</sup>, estudian mediante el *euclidean-distance matrix analysis* (estudia coordenadas digitalizadas) la forma de arcada dental.

Andrews<sup>14</sup>, estudia las posiciones dentales y las relaciones intermaxilares que determinan las líneas de arcada.

Ferrario y cols<sup>15</sup>, estudian la definición matemática de la forma de arcada en humanos con dentición normal, en adultos jóvenes mediante funciones de cuarto grado y ajuste a elíptica (dientes anteriores) o parabólica (dientes poscaninos).

Battagel<sup>16</sup>, propone el ajuste a curva catenaria.

Steyn y cols<sup>17</sup>, proponen la parábola como forma de arcada dental.

BeGole y Lyew<sup>18</sup>, estudian los cambios de la forma de arcada dental mediante fotografías oclusales y su posterior digitalización, analizándolos mediante *cubic spline functions*.

Canut<sup>19</sup>, estudia el diseño de la arcada dental como arco.

Visessaksanti<sup>20</sup>, estudia la forma de arcada dental a través de fotocopias de modelos marcando líneas predeterminadas anteriormente.

Ferrario y cols<sup>21</sup>, estudian la reproducción tridimensional de las cúspides dentales así como de los bordes incisales para su ajuste a la esfera de Monson.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Material

Nuestra muestra consta de 108 registros, 47 varones y 61 mujeres, 55 maxilares y 53 mandibulares. Las edades de los individuos se encuentran en el intervalo 20-63 años.

El material utilizado consistió en modelos de escayola, obtenidos por el proceso habitual; los modelos de estudio se seleccionaron de tal manera que se excluyeron aquellos que pudieran presentar cualquier anomalía que pudiese afectar al objeto de nuestro estudio (reconstrucción protésica, tratamiento ortodóncico, etc.). Dichos modelos se obtuvieron principalmente de 3 fuentes: del Departamento de Odontología Conservadora de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y de 2 clínicas de práctica privada.

Posteriormente realizamos digitalizaciones de los modelos, siempre en las mismas condiciones (brillo, contraste, ampliación al 100%) y en el mismo escáner (Canonscan FB-330P), se evitaron los márgenes para no producir distorsiones.

Los sistemas informáticos utilizados para el registro, procesado y evaluación de nuestra muestra fueron los siguientes: Microsoft Access (Office 97), Microsoft Excel (Office 97), Statgraphics Plus 8.0 (Windows), CanonCraft CS-P 3.7 (Windows), Paint Shop Pro 5.0 (Windows).

### Método

Se marcaron puntos de referencia con la misma sistemática en todos los modelos de estudio. Los puntos estudiados se seleccionaron de acuerdo con los más utilizados en estudios anteriores según nuestra revisión bibliográfica: centroides de molares (1M, 2M), cúspide de caninos, punto interincisivo y cara distal de últimos molares (2M). Eliminamos como referencia los terceros molares de todo el estudio, ya que eran escasos y podían alterar los resultados del estudio.

Posteriormente, se realizaron digitalizaciones de los modelos en las mismas condiciones de brillo y contraste. Se realizó un ajuste de las digitalizaciones a las 3 curvas predeterminadas más utilizadas en la bibliografía: parábola, elipse y curva catenaria (figs. 1 y 2).

### Tratamiento de los datos

1. Obtención de datos o parámetros de la muestra y obtención de índices estadísticos (media, desviación estándar, coeficiente de variación, etc.). Cálculo

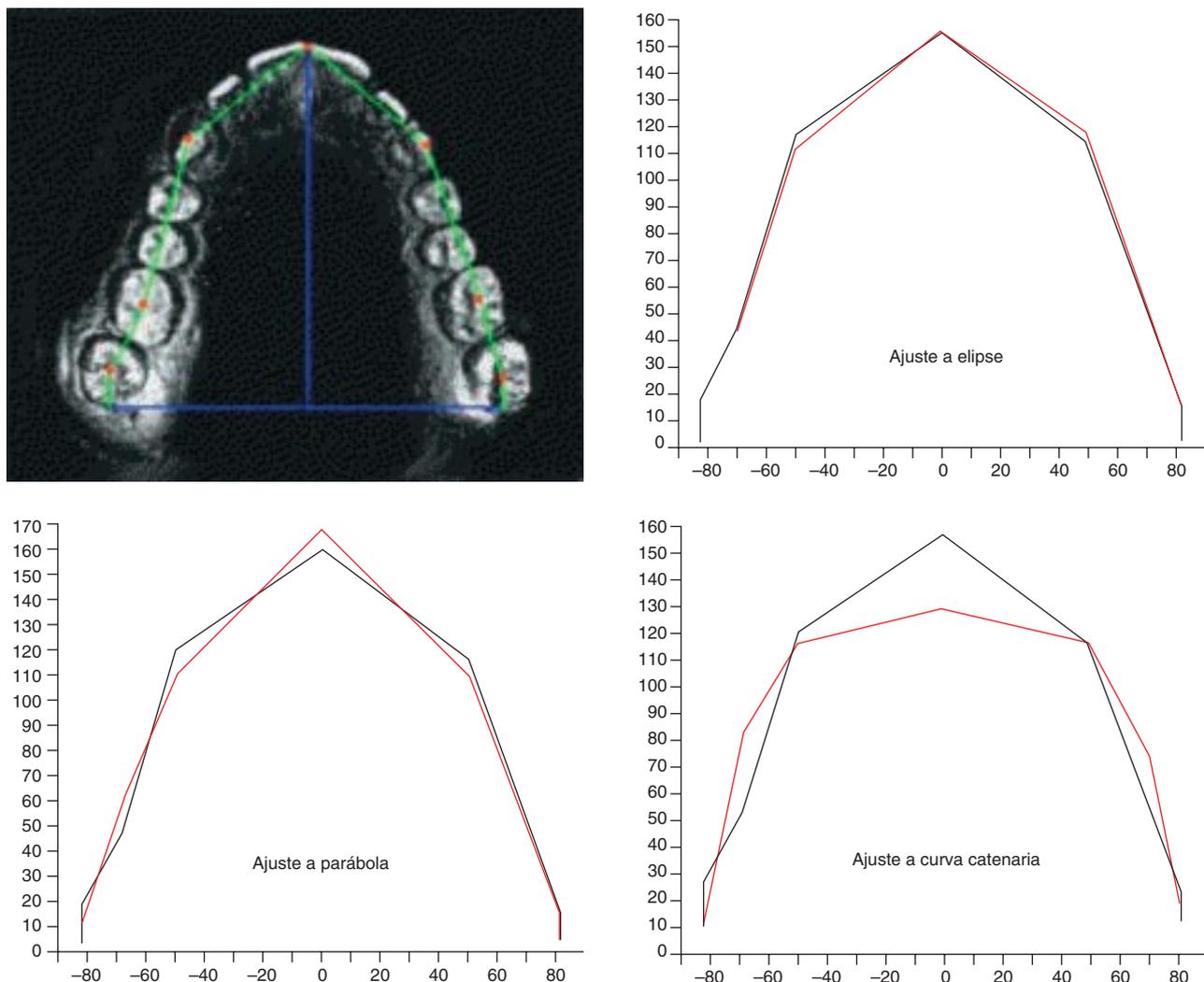


Figura 1. Ejemplo gráfico del ajuste de la digitalización de un modelo maxilar a la parábola, elipse y curva catenaria.

del ajuste de la muestra a cada una de las curvas predeterminadas.

2. Estudio de los parámetros de las muestras mediante análisis univariante (t de Student) por tipos: maxilar superior o mandíbula.

3. Comparativa entre ajustes a las 3 curvas predeterminadas: descriptiva total y parcial (t de Student, test de Wilcoxon).

## RESULTADOS

### Estudio de ajuste a curvas predeterminadas

#### Ajuste a parábola

La parábola ideal se define por la fórmula:  $y = ax^2 + bx + c$ . Se calculan los parámetros  $a$  y  $b$ , así

como el término independiente  $c$  mediante regresiones lineales. Los parámetros  $a$  y  $b$  representan el grado de apertura de los brazos de nuestra parábola ideal y  $c$  su longitud o profundidad;  $r^2$  mide el ajuste de la forma de arcada «real» del individuo a la parábola «ideal» o teórica que mejor ajusta a ese individuo. Se expresa así, como porcentaje de la variabilidad de la parábola ideal o teórica sobre la real. Aunque maxilares y mandíbulas presentan signos inversos (puntos de referencia), para su comparación se utilizaron los valores absolutos (tabla 1), y el test de la t de Student para variables categóricas (tabla 2).

Los parámetros que definen la anchura de arcada no se diferencian significativamente en cuanto al tipo de arcada. Sin embargo, las arcadas maxilares presentan una mayor longitud o profundidad de arcada que las mandibulares. Las arcadas mandibulares ajustan

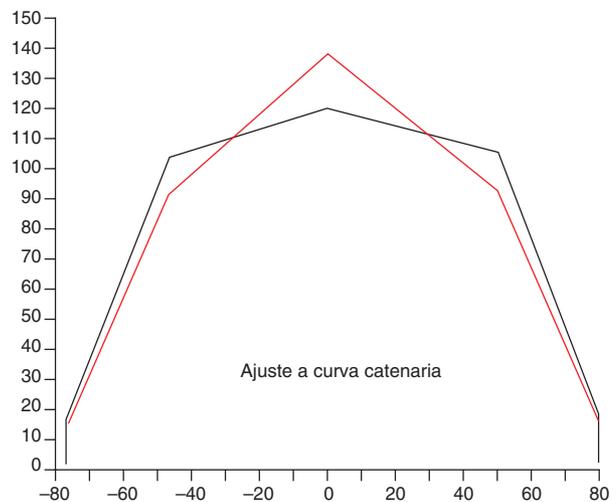
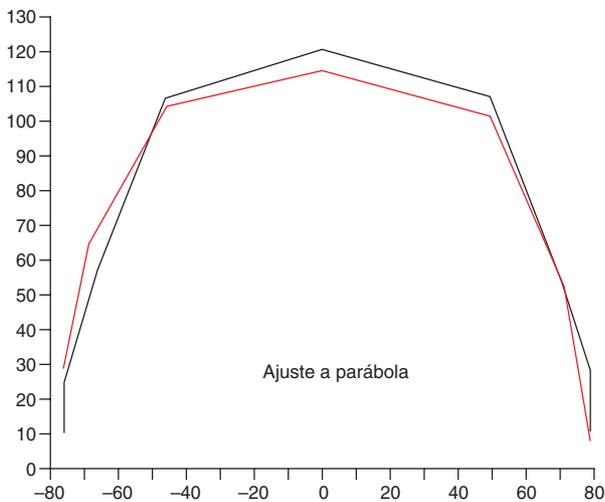
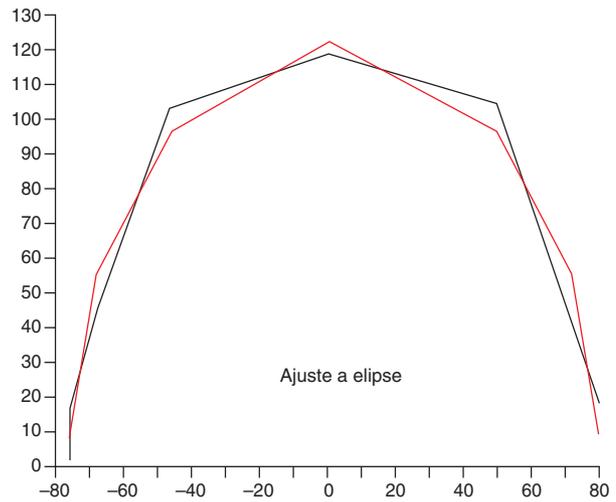
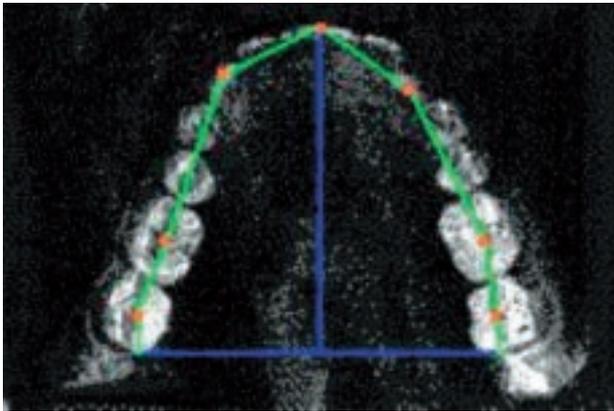


Figura 2. Ejemplo gráfico del ajuste de la digitalización de un modelo mandibular a la parábola, elipse y curva catenaria.

ligeramente mejor a la parábola que las arcadas maxilares.

### Ajuste a elipse

La elipse (ideal) se define por la fórmula:

$$y = \sqrt{ax^2 + bx + c}$$

Se calculan los parámetros  $a$  y  $b$ , así como el término independiente  $c$  mediante el método iterativo de Gauss-Newton.  $a$  y  $b$  (principalmente  $a$ ) representan el grado de apertura de los brazos de nuestra elipse ideal,  $b$  hace referencia a la simetría y  $c$  a su longitud o profundidad. A diferencia de la parábola, la elipse no es fácilmente linealizable, por lo que no podemos aplicar regresiones lineales a su estudio y no obtendremos un parámetro similar al  $r^2$  parabólico

que nos de idea del ajuste entre forma real y curva teórica. Aunque maxilares y mandíbulas presentan signos inversos (puntos de referencia), para su comparación se utilizaron los valores absolutos (tabla 3), y se utilizó el test de la  $t$  de Student para variables categóricas (tabla 4).

Las arcadas maxilares presentan una  $c$  (longitud de arcada) significativamente mayor que las arcadas mandibulares.

### Ajuste a curva catenaria

La curva catenaria genérica se calcula mediante la fórmula:

$$\frac{(e^{-ax} + e^{ax})}{2}$$

Tabla 1.

$r^2$ ajustado	
N	106
X	0,9197
Sd	0,0368
Cv	4,0118
C	
N	106
X	145,0148
Sd	13,4877
Cv	9,3009
B	
N	106
X	0,02139
Sd	0,1718
Cv	802,9696
A	
N	106
X	0,0256
Sd	0,0033
Cv	13,1863

Tabla 2. Test de la t de Student para variables categóricas (tipo: maxilar o mandíbula). Estudio de las semejanzas en media

$R^2$	< 0,0001	Significativo
C	< 0,0001	Significativo
B	0,5788	No significativo
A	0,5224	No significativo

$H_0$ : no hay diferencias entre grupos; si  $p < 0,05$ , rechazamos la hipótesis nula para un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 3.

A	
N	106
X	-3,5613
Sd	1,0527
Cv	-29,5613
B	
N	106
X	-1,5920
Sd	24,0005
Cv	-1507,5633
C	
N	106
X	17.192,5069
Sd	3.361,5414
Cv	19,5523

Tabla 4. Test de la t de Student para variables categóricas (tipo: maxilar o mandíbula). Estudio de las semejanzas en media

A	0,5771	No significativo
B	0,1332	No significativo
C	< 0,0001	Significativo

$H_0$ : no hay diferencias entre grupos; si  $p < 0,05$ , rechazamos la hipótesis nula para un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 5. Test de la t de Student para variables categóricas (tipo: maxilar o mandíbula). Estudio de las semejanzas en media

A	0,0009	Significativo
C	0,0007	Significativo

$H_0$ : No hay diferencias entre grupos; si  $p < 0,05$ , rechazamos la hipótesis nula para un nivel de confianza del 95%.

Se calcula el parámetro  $a$ , así como el término independiente  $c$  mediante el método iterativo de Gauss-Newton.  $a$  representa el grado de apertura de los brazos de nuestra curva catenaria ideal y  $c$  su longitud o profundidad. A diferencia de la parábola y a semejanza de la elipse, la curva catenaria no es fácilmente linealizable, por lo que no podemos aplicar regresiones lineales a su estudio y no obtendremos un parámetro similar al  $r^2$  parabólico que nos dé idea del ajuste entre forma real y curva teórica. Aunque maxilares y mandíbulas presentan signos inversos (puntos de referencia), para su comparación se utilizaron los valores absolutos (tabla 5).

Encontramos diferencias significativas en ambos parámetros en asociación con el tipo.  $a$  es ligeramente mayor para las arcadas mandibulares y  $c$  es ligeramente mayor para las arcadas maxilares.

### Comparativa entre ajustes a curvas predeterminadas

Pese a que la parábola no es lineal, posee una fórmula fácilmente linealizable, por lo que mediante las parábolas se pueden calcular con relativa facilidad regresiones lineales. El parámetro  $r^2$  de las parábolas, nos permite un estudio del ajuste entre la forma de arcada del individuo y la parábola teórica (ideal) que mejor define dicha forma de arcada. Así pues, el  $r^2$  nos orienta en cuanto al porcentaje o proporción de variabilidad entre la forma real y la teórica. Ya que la elipse y la curva catenaria no son fácilmente linealizables, a fin de comparar el ajuste de la forma de arcada a estas curvas predeterminadas, utilizaremos el método de la media cuadrática de los

Tabla 6. Descriptiva total

<i>Dif1</i>	
N	105
X	-258,0853
Sd	316,6262
Cv	-122,6827
<i>Dif2</i>	
N	86
X	38,2980
Sd	80,0825
Cv	209,1031
<i>Dif3</i>	
N	86
X	244,9076
Sd	295,3946
Cv	120,6147

Dif1 = MSEparábola - MSEcatenaria; Dif2 = MSEparábola - MSEelipse; Dif3 = MSEcatenaria - MSEelipse.

residuos o errores cuadráticos medios y compararemos los 3 modelos (tabla 6); se aplicó el test de la t de Student pareada (paramétrico) y el test de rangos signados de Wilcoxon (no paramétrico) (tabla 7).

Las diferencias son significativamente distintas, presentando en todos los casos y mejor ajuste la elipse, a continuación la parábola y la curva que peor ajusta es la curva catenaria.

En las arcadas mandibulares, la elipse y la parábola no presentan diferencias significativas en cuanto a su ajuste, mientras la curva catenaria presenta peor ajuste que ambas.

Las diferencias son significativamente distintas, presentando en todos los casos mejor ajuste la elipse, a continuación la parábola y la curva que peor ajusta es la curva catenaria.

## DISCUSIÓN

La forma de arcada dental ha sido estudiada por mucho autores. Algunos, como Hellman (1919) o

Tabla 7. Test de la t de Student pareada (paramétrico) y test de rangos signados de Wilcoxon (no paramétrico). Estudio de las semejanzas en media

Dif1	< 0,0001	< 0,0001	Significativo
Dif2	< 0,0001	< 0,0001	Significativo
Dif3	< 0,0001	< 0,0001	Significativo

Dif1 = MSEparábola - MSEcatenaria; Dif2 = MSEparábola - MSEelipse; Dif3 = MSEcatenaria - MSEelipse.

H<sub>0</sub>: no hay diferencias entre grupos; si p < 0,05, rechazamos la hipótesis nula para un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 8. Descriptiva parcial: mandíbula

<i>Dif1</i>	
N	55
X	-267,2052
Sd	318,6484
Cv	-119,2523
<i>Dif2</i>	
N	44
X	19,4426
Sd	64,5409
Cv	331,9548
<i>Dif3</i>	
N	44
X	221,0496
Sd	267,5964
Cv	121,0572

Dif1 = MSEparábola - MSEcatenaria; Dif2 = MSEparábola - MSEelipse; Dif3 = MSEcatenaria - MSEelipse.

Wheeler (1950) piensan que la variabilidad es tal que es imposible una aproximación geométrica. Otros, como Moyers (1992) —sin llegar a esos extremos— reconocen la variabilidad de la arcada dental, pero buscan su forma.

Otros autores desprecian la variabilidad, como Williams (1917) o Clark Wissler (1917).

Sin embargo, la mayoría de los autores busca darle una forma a la arcada. Las 3 formas básicas (más frecuentes) que se le han dado a la arcada son: la elipse, la parábola y la curva catenaria.

Han propuesto la elipse autores como Black (1902), Stanton (1922), Izard (1927), Sicher (1952), Nielans (1968), Currier (1969), Biggerstaff (1972), Brader (1972) o Mushich y Ackerman (1973).

Han propuesto la parábola autores como Angle (1902), Stanton (1922), Moorrees (1959), Rensen (1964), Mills y Hamilton (1965), Nielans (1968), Currier (1969), Biggerstaff (1972), Mushich y Ackerman (1973), Hechter (1978), Ricketts (1978) o Richmond (1987).

Han propuesto la curva catenaria autores como McConaill y Scher (1949), Scott (1957), Burdie y

Tabla 9. Test de la t de Student pareada (paramétrico) y test de rangos signados de Wilcoxon (no paramétrico). Estudio de las semejanzas en media

Dif1	< 0,0001	< 0,0001	Significativo
Dif2	0,0520	0,0610	No significativo
Dif3	< 0,0001	< 0,0001	Significativo

H<sub>0</sub>: no hay diferencias entre grupos; si p < 0,05, rechazamos la hipótesis nula para un intervalo de confianza del 95%.

**Tabla 10. Descriptiva parcial: maxilar**

<i>Dif1</i>	
N	50
X	-248,0534
Sd	317,3112
Cv	-127,9205
<i>Dif2</i>	
N	42
X	58,0513
Sd	90,2535
Cv	155,4718
<i>Dif3</i>	
N	42
X	269,9017
Sd	323,3403
Cv	119,7992

Dif1 = MSEparábola - MSEcatenaria; Dif2 = MSEparábola - MSEelipse; Dif3 = MSEcatenaria - MSEelipse.

**Tabla 11. Test de la t de Student pareada (paramétrico) y test de rangos signados de Wilcoxon (no paramétrico). Estudio de las semejanzas en media**

Dif1	< 0,0001	< 0,0001	Significativo
Dif2	0,0002	0,0002	Significativo
Dif3	< 0,0001	< 0,0001	Significativo

Dif1 = MSEparábola - MSEcatenaria; Dif2 = MSEparábola - MSEelipse; Dif3 = MSEcatenaria - MSEelipse.

H<sub>0</sub>: no hay diferencias entre grupos; si  $p < 0,05$ , rechazamos la hipótesis nula para un intervalo de confianza del 95%.

Lillie (1966), Pepe (1975), Rudge (1983) o Battagel (1996).

De las 3 curvas predeterminadas estudiadas, la curva catenaria es la que peor ajusta, principalmente en arcadas muy asimétricas. La elipse es la curva que mejor ajusta en tramos anteriores y medios y peor en tramos posteriores (se salen de la línea elíptica). La curva parabólica no ajusta tan bien como la elipse a la arcada del adulto, a excepción de los tramos posteriores, en los que ajusta mejor que ésta (extremos abiertos y divergentes). Basándonos en los resultados obtenidos en nuestro estudio, podemos decir que la arcada dental del adulto caucásico es elipsoide o paraboloides.

Hemos de decir que hemos documentado numerosos y abundantes estudios sobre la variación, tanto en forma como en tamaño, de las arcadas dentales con respecto a la edad, la raza, el sexo o la evolución, aunque la mayor parte de los estudios que encontramos se referían a datos sobre poblaciones anglosajonas (caucásica), norteamericanas (caucásica),

australianas, y algo menos de negroides o mongoloides, sin que hayamos encontrado —hasta el momento— ningún estudio sobre las arcadas del adulto en poblaciones españolas, que —al fin y al cabo— es lo que nos toca más de cerca. No hemos encontrado estudios que realicen una comparativa del ajuste a varias curvas predeterminadas a un tiempo y con una misma muestra.

## CONCLUSIONES

— En el ajuste de las arcadas a la parábola, los parámetros que definen la anchura de arcada no se diferencian significativamente en cuanto al tipo de arcada. Sin embargo, las arcadas maxilares presentan una mayor longitud o profundidad de arcada que las mandibulares.

— En el ajuste de las arcadas a la elipse, las arcadas maxilares presentan una longitud de arcada significativamente mayor que las arcadas mandibulares.

— En el ajuste de las arcadas a la curva catenaria encontramos diferencias significativas en asociación con el tipo: la apertura de los brazos de la curva catenaria es ligeramente mayor para las arcadas mandibulares y la profundidad o longitud es ligeramente mayor para las arcadas maxilares.

— Al comparar los ajustes de nuestra muestra a las 3 curvas predeterminadas, observamos que las diferencias son estadísticamente significativas, y en todos los casos, presenta mejor ajuste la elipse, a continuación la parábola y la curva que peor ajusta es la curva catenaria (descriptiva total).

— En cuanto a la descriptiva parcial por tipos, en las arcadas maxilares, las diferencias son significativas, y en todos los casos presenta mejor ajuste la elipse, a continuación la parábola y la curva que peor ajusta es la curva catenaria. En las arcadas mandibulares, la elipse y la parábola no presentan diferencias significativas en cuanto a su ajuste, mientras la curva catenaria presenta peor ajuste que ambas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hawley CA. Determination of the normal arch, and its application to orthodontia. *Dental Cosmos* 1905;47:541-52.
2. Burdi AR, Lillie JH. A catenary analysis of the maxillary dental arch during human embryogenesis. *Anatomical Record* 1966;54:13-20.
3. Knox J, Jones M, Durning G. An ideal preformed archwired? *Br J Orthod* 20:65-70.
4. Lundström A. Some asymmetries of the dental arches, jaws, and skull and their etiological significance. *Am J Orthod* 1961;47: 81-106.

5. Currier JH. A computerized geometric analysis of human dental arch form. *Am J Orthod* 1969;56:164-79.
6. Ash MM. Anatomía dental, fisiología y oclusión de Wheeler. 7.<sup>a</sup> ed. Mc Graw-Hill Interamericana, 1994.
7. Brader AC. Dental arch form related with intraoral forces: pr = c. *Am J Orthod* 1972;61:541-60.
8. Sampson PD. Dental arch shape: a statistical analysis using conic sections. *Am J Orthod* 1981;79:535-48.
9. Felton, Sinclair, Jones, Alexander. A computerized analysis of the shape and stability of mandibular arch form. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987;92:48-83.
10. Halazonetis DJ, Shapiro E, Gheewalla RK, Clark RE. Quantitative description of the shape of the mandible. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991;99:49-73.
11. Champagne M. Reliability of measurements from photocopies of study models. *J Clin Orthod* 1992;26:648-50.
12. Moyers RE. Manual de ortodoncia. Editorial Médica Panamericana, 1992.
13. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Tartaglia G. Human dental arch shape evaluated by euclidean-distance matrix analysis. *Am J Phys Anthropol* 1993;90:445-53.
14. Andrews LF. Líneas de arcada y estrategias terapéuticas. *Rev Esp Ortod* 1994;24:219-38.
15. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Tartaglia G. Mathematical definition of the shape of dental arches in human permanent healthy dentitions. *Eur J Orthod* 1994;16:287-94.
16. Battagel J. Individualized catenary curves: their relationship to arch form and perimeter. *Br J Orthod* 1996;23:21-8.
17. Steyn CL, Harris AMP, Hons, Du Preez RJ. Anterior arch circumference adjustment - how much? *Angle Orthod* 1996;66:457-61.
18. BeGole EA, Lyew RC. A new method for analyzing change in dental arch form. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 113:394-401.
19. Canut J. El paciente de ortodoncia. Barcelona: Doyma, 1994.
20. Visessaksanti U. An easy method of checking archform and canine width. *J Clin Orthod* 1998;32:608-10.
21. Ferrario VF, Sforza C, Poggio CE, Serrao G, Colombo A. Three dimensional dental arch curvature in human adolescents and adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;115:401-5.

*Correspondencia:*

BERNARDO PEREA  
Prof. titular de Odontología Legal y Forense.  
Universidad Complutense de Madrid.  
Ciudad Universitaria, s/n.  
28040 Madrid.  
Email:bperea@med.ucm.es