



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

Trabajo Fin de Máster

**ESTUDIO DEL DIMORFISMO SEXUAL EN SEGUNDOS
MOLARES INFERIORES DECIDUOS DE UNA
POBLACIÓN ACTUAL**

María Hernaiz García

Directores: Dr. José María Bermúdez de Castro Risueño y Dra. Laura Martín-Francés
Martín de la Fuente (CENIEH)

ÍNDICE

Palabras clave.....	2
Resumen.....	2
1. Introducción.....	2
2. Objetivos.....	4
3. Material y métodos	4
3.1. Material	4
3.2. Métodos.....	5
3.2.1. m-CT.....	5
3.2.2. Toma de datos	6
3.3. Análisis estadísticos	10
4. Resultados y discusión.....	11
5. Conclusiones.....	13
5.1. Futuras líneas de investigación.....	13
6. Agradecimientos	13
7. Referencias bibliográficas	14
Apéndice	17

Palabras clave: *antropología dental virtual, grosor del esmalte, dentina, intersección esmalte-dentina, dimorfismo sexual*

RESUMEN

El dimorfismo sexual tiene implicaciones no solo a la hora de entender la evolución humana sino también como fuente de información para los estudios forenses. La disparidad de tamaño entre ambos sexos es reconocible en varios huesos del cuerpo, incluidos los dientes. En estos estudios, las diferencias son mayores en la dentición permanente pero la dentición temporal también parece revelar ciertos signos de dimorfismo sexual. Este estudio ha examinado los cortes bucolinguales por las cúspides mesiales de la corona de 25 segundos molares inferiores deciduos de niños y niñas para cuantificar la variación en el área del esmalte, el área de la dentina, la longitud de la intersección esmalte-dentina (EDJ) y otras seis medidas más que determinan la altura y anchura de la corona. Todo ello se ha llevado a cabo con técnicas virtuales, utilizando el programa *Amira*® para procesar las imágenes obtenidas con mCT. Los resultados revelan que no existen diferencias estadísticas entre la muestra de los niños y la de las niñas, así como una tendencia de las coronas de las niñas a ser más altas y anchas que las de los niños. Tratándose de un estudio preliminar, consideramos la necesidad no solo de incrementar el tamaño muestral, sino de realizar investigaciones similares en otros grupos humanos.

1. INTRODUCCIÓN

La extracción de ADN generalmente permite determinar el sexo de los individuos de poblaciones actuales o relativamente recientes. Sin embargo, no siempre es necesario recurrir a este procedimiento, en particular cuando se trata de individuos adultos y se conserva todo el esqueleto (Pereira, 2010). En estos casos, el estudio de diferentes elementos óseos, como el cráneo y la pelvis (Krogman & Iscan, 1986) puede ser suficiente para determinar el sexo con una probabilidad elevada. Sin embargo, el problema es complejo cuando se trata de determinar el sexo de los individuos inmaduros a partir de elementos esqueléticos (Scheuer & Black, 2000).

Se sabe que, al igual que en los adultos, la forma general de la pelvis de los individuos inmaduros y en concreto, la escotadura isquiática mayor y el ángulo subpúbico, exhiben también características diferenciales entre sexos. El dimorfismo sexual se manifiesta por tanto desde edades tempranas, lo que permite la estimación del sexo en individuos subadultos con un 70-80% de fiabilidad (Schutkowski, 1987).

Debido a la diferencia en la maduración sexual de niños y niñas, Saunders (2007) y Hunt & Gleiser (1955) postulaban que el sexo de los esqueletos humanos subadolescentes debía ser inferido a través de la comparación del desarrollo dental con el desarrollo de los huesos en el mismo individuo. Por su parte, Bailit & Hunt (1964) estimaron correctamente el sexo en un 58% de los individuos inmaduros de su muestra mediante los estadios de desarrollo dental. Pero este tipo de método no sería aceptable para una muestra de edad y sexo no conocidos. Por tanto, el principal problema radica en la falta de una muestra suficientemente grande de restos de individuos subadultos de edad y sexo conocidos (Katzenberg & Saunders, 2008).

Por otro lado, y en los que se refiere a los yacimientos arqueo-paleontológicos, la preservación de restos esqueléticos suele ser deficiente. En muchos casos solo se recuperan dientes y mandíbulas. Es

por ello que, además de la posibilidad de obtener ADN, solo nos quede la posibilidad de realizar estimaciones del sexo de los individuos mediante el tamaño de los dientes. En general, para toda la dentición, tanto permanente como decidua, el diámetro bucolingual presenta un mayor dimorfismo sexual que el diámetro mesio-distal pero, en poblaciones actuales, existe un amplio solapamiento de las medidas de hombres y mujeres (Garn et al., 1966). Por tanto, el diagnóstico del sexo no se puede basar en el tamaño de los dientes. En cambio, la dentición decidua representa el único factor útil para la atribución del sexo en individuos subadultos (Ferembach et al., 1980) si no se conservan otros restos esqueléticos.

El primer intento de diagnóstico sexual de individuos inmaduros a partir de la dentición se basaba en la comparación de la mineralización de los dientes y el estado de desarrollo del esqueleto post-craneal (Hunt & Gleiser, 1955; Bailit & Hunt, 1964). Este método no se utiliza actualmente ya que ambos parámetros dependen de la edad biológica de los individuos.

Más adelante, estudios como los de Black (1978) y Ditch & Rose (1972) desarrollaron funciones matemáticas discriminantes que clasificaban a los niños y niñas a partir de medidas sobre la dentición con un 64% de eficacia, en el caso del primer estudio, y un 68%, para el segundo. Las funciones obtenidas por Rösing (1983), DeVito & Saunders (1990) y Teschter-Nicola & Prossinger (1998) eran específicas para las muestras de las que se obtenía, cayendo así en un razonamiento circular. Si el individuo estudiado presentaba unas características diferentes al conjunto muestral, el método perdía eficacia. Las variaciones de forma y tamaño dental entre las poblaciones eran responsables de la ineficacia del método (Cardoso, 2008).

Se han observado diferencias para el tamaño de los dientes permanentes entre hombres y mujeres de diferentes poblaciones del planeta (Schwartz & Dean, 2005). En muchos casos, esas diferencias resultaron ser estadísticamente significativas en la dentición permanente (Garn et al., 1966, 1967; Hattab et al., 1996; Yuen et al., 1997; Kondo & Townsend, 2004; Smith et al., 2006; Feeney, 2009). Por tanto, la dentición permanente puede resultar de gran ayuda a la hora de la determinación sexual de individuos inmaduros. Además de exhibir dimorfismo sexual, las coronas de la dentición permanente se desarrollan en los estadios tempranos del desarrollo y, una vez formadas, se mantienen inalterables durante el proceso de crecimiento del individuo (Cardoso, 2008). Las coronas de todos los dientes permanentes (a excepción de los terceros molares) alcanzan su tamaño y forma final entre los 2-8 años de vida del individuo y, por tanto, el dimorfismo sexual en las coronas se muestra en los diferentes estadios tempranos de desarrollo (Alvesalo, 1997) aunque no es tan acusado como en la dentición permanente (Moorrees et al., 1957; Black, 1978).

En lo que concierne a la dentición permanente, ciertos autores han encontrado que los hombres presentan molares con coronas más altas que las mujeres (Hillson, 1996; Scott & Turner, 2000) debido a una mayor cantidad de dentina en las mismas (Stroud et al., 1994; Schwartz & Dean, 2005; Smith et al., 2006; Feeney, 2009). Por otra parte, Smith et al. (2006) descubrieron diferencias entre sexos en la forma de la intersección esmalte-dentina (EDJ) en los molares inferiores, además de presentar valores superiores para la longitud de dicha intersección en el caso de los hombres, lo cual también corrobora el trabajo de Feeney (2009). Ese mismo estudio manifiesta que el promedio del grosor del esmalte (AET) y el grosor relativo del esmalte (RET) presentan valores superiores en mujeres para los primeros y segundos molares inferiores permanentes.

En lo referente a la dentición temporal, Black (1978) ya observó la tendencia de las coronas de la dentición de los niños a ser más altas que las de las niñas. Harris et al. (2001), por su parte, apuntaban

hacia una diferencia sexual de la cantidad de dentina en la dentición decidua, siendo más elevada en los niños que en las niñas. Así mismo, los diámetros mesiodistal y bucolingual del trabajo de Black (1978) revelaban una mayor anchura de los segundos molares deciduos inferiores (dm_2) de los niños.

Según Garn et al. (1966), el dimorfismo sexual en dentición permanente es más marcado en los caninos y los segundos molares (M_2) y se observa con mayor claridad en las medidas de planos bucolinguales que en las de planos mesiodistales, presentando las mujeres mayor reducción bucolingual. Aunque un año más tarde Garn et al. (1967) exponen en otro trabajo un mayor grado de dimorfismo en el tamaño mesiodistal de los M_2 .

Conociendo estas premisas y estudios previos realizados con molares deciduos dentro del ámbito de la evolución humana (Bayle et al., 2009; Benazzi et al., 2011), este trabajo ha pretendido explorar las posibles diferencias existentes en las proporciones de los tejidos de dm_2 en su dimensión bucolingual. Considerando que en los segundos molares permanentes existe dimorfismo sexual para las variables estudiadas en este trabajo, nuestra hipótesis inicial es que también deberíamos observarlas en la dentición decidua.

2. OBJETIVOS

- Realizar un estudio del posible dimorfismo sexual en diferentes variables e índices obtenidos mediante antropología virtual (m-CT) en una muestra de dientes deciduos actuales.
- Comprobar si dichos rasgos siguen el patrón observado en los dientes permanentes.
- Aportar una nueva metodología para la asignación del sexo de individuos inmaduros en las investigaciones arqueopaleontológicas y forenses, en caso de poder distinguir ambos grupos.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

La muestra analizada en este estudio consta de 25 dm_2 de una población moderna con sexo y edad conocidos provenientes de una colección ubicada en el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH) de Burgos (Tabla 1). De esas 25 piezas, 9 pertenecen a niñas y 16 a niños, 11 de ellas son del lado derecho y 15 del lado izquierdo. Todas ellas presentan un grado de desgaste entre 2-4, según la clasificación de Molnar (1971).

Sigla	Diente	Lado	Edad	Sexo	Desgaste	Observaciones
39_87	dm2	derecho	11	M	3	Reconstruido
103_87	dm2	derecho	10	M	3	Reconstruido
341_87	dm2	derecho	4-10	M	4	Reconstruido
373_87	dm2	derecho	10-11	V	2	Completo
397_85	dm2	derecho	-	-	2	Completo
451_87	dm2	derecho	10	V	4	Reconstruido
476_87	dm2	derecho	11	V	2	Completo
481_87	dm2	derecho	-	V	3	Completo
481_85	dm2	derecho	-	V	2	Reconstruido
519_75	dm2	derecho	12	V	3	Reconstruido
28_85	dm2	derecho	12	M	4	Reconstruido
14_77	dm2	izquierdo	12	M	3	Reconstruido
72_77	dm2	izquierdo	4-10	M	4	Reconstruido
511_77	dm2	izquierdo	-	M	2	Reconstruido
548_77	dm2	izquierdo	-	M	2	Completo
60_77	dm2	izquierdo	10	V	4	Reconstruido
124_77	dm2	izquierdo	4-5	V	3	Reconstruido
357_77	dm2	izquierdo	-	V	4	Reconstruido
465_77	dm2	izquierdo	11	V	2	Completo
474_75	dm2	izquierdo	12	V	2	Reconstruido
481_77	dm2	izquierdo	-	V	2	Reconstruido
490_75	dm2	izquierdo	12	V	2	Reconstruido
502_77	dm2	izquierdo	10	V	3	Reconstruido
649_77	dm2	izquierdo	8	V	4	Reconstruido
29_75	dm2	izquierdo	-	V	3	Reconstruido
M_75	dm2	izquierdo	-	M	3	Reconstruido

Tabla 1. Características de la muestra poblacional utilizada.

3.2. Métodos

3.2.1. m-CT

La técnica empleada en la investigación consiste en una reconstrucción virtual de los molares con el programa informático *Amira*® mediante las imágenes obtenidas tras el escaneado de las piezas mediante mCT (MicroCT GE Phoenix v | tome | x, presente en el CENIEH) con los siguientes parámetros: 110kV, 100μA, filtro de 0.2 mm Cu, resultando en un *voxel size* isométrico de 0.0179mm.

Los trabajos de Kono (2004) Tafforeau (2004); Suwa & Kono (2005); Olejniczak et al. (2007, 2008) son esenciales para entender los antecedentes de la metodología empleada en este estudio.

Esta investigación ha seguido el método propuesto por Olejniczak et al. (2007, 2008) que depende de la localización de los picos de dentina para definir un plano de referencia (las cúspides utilizadas han sido el protocónido, el metacónido y el hipocónido). Dichos picos se han registrado inspeccionando los distintos planos hasta llegar al punto más oclusal de cada cúspide en el que la dentina está presente (Fig. 1).

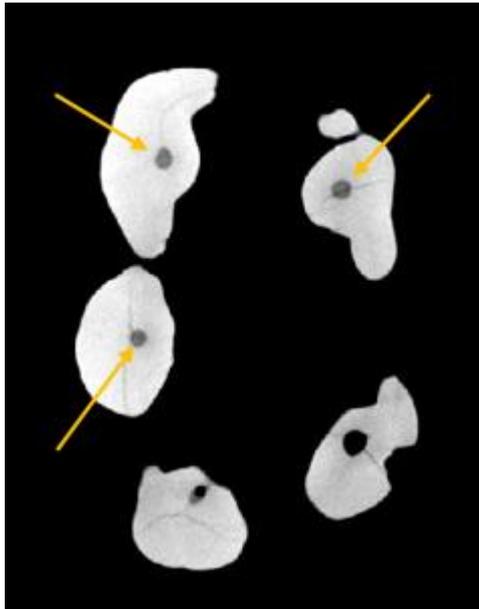


Fig. 1. Picos de dentina correspondientes al protocónido (superior izquierdo), metacónido (superior derecho) e hipocónido (inferior izquierdo) seleccionados para situar los landmarks para la obtención del plano de referencia del que se extrae posteriormente el plano bucolingual por las cúspides mesiales. Molar 14_77.

3.2.2. Toma de datos

▪ Orientación y corte de planos para medidas 2D

En primer lugar, una vez que el diente ha sido reconstruido generando un modelo voltex o volren (Fig. 2) en *Amira*® a partir de las imágenes obtenidas por el mCT, se procede a la orientación de la pieza en su posición anatómica y al corte de planos.



*Fig. 2. Modelo virtual del molar 548_77 creado con *Amira*® a partir de las imágenes del mCT.*

Para tomar las medidas en 2D es necesario definir el plano bucolingual (Fig. 3) de los molares por sus cúspides mesiales (protocónido, en la región bucal, y metacónido, en la región lingual). Inicialmente, se obtiene un primer plano generado por la definición de tres *landmarks* (puntos morfométricos que permiten definir el tamaño y la forma de un objeto en estudio y deben ser homólogos en todas las muestras analizadas) posicionados en las dos cúspides mesiales (protocónido y metacónido) y otro en la disto-bucal (hipocónido). Seguidamente, y una vez reorientadas las imágenes de mCT en relación al plano definido por los tres *landmarks*, se vuelven a colocar dos *landmarks* sobre las cúspides mesiales de la dentina y se genera un nuevo plano que corte a ambas. Finalmente, se vuelve a realizar una reorientación de las imágenes de mCT en referencia a este plano buco-lingual que atraviesa las cúspides mesiales de la dentina y el plano obtenido es sobre el que se trabaja en la toma de las medidas.

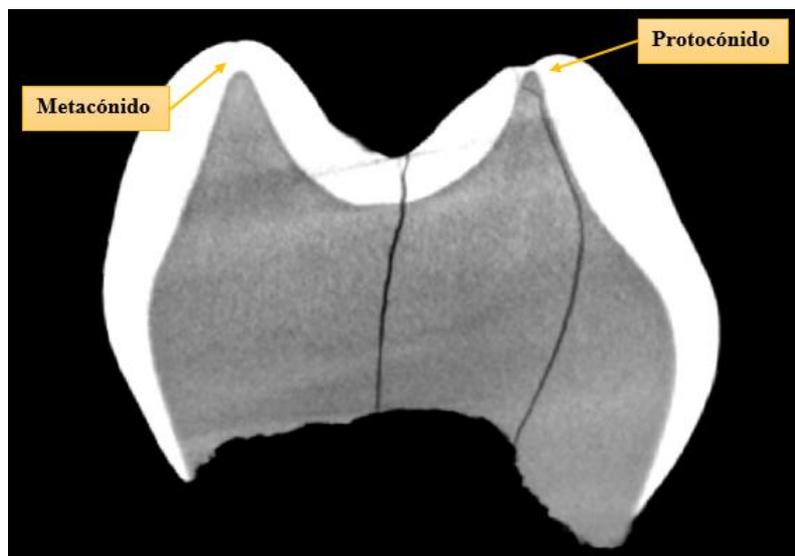


Fig. 3. Plano bucolingual del molar 465_77.

▪ Métodos de reconstrucción

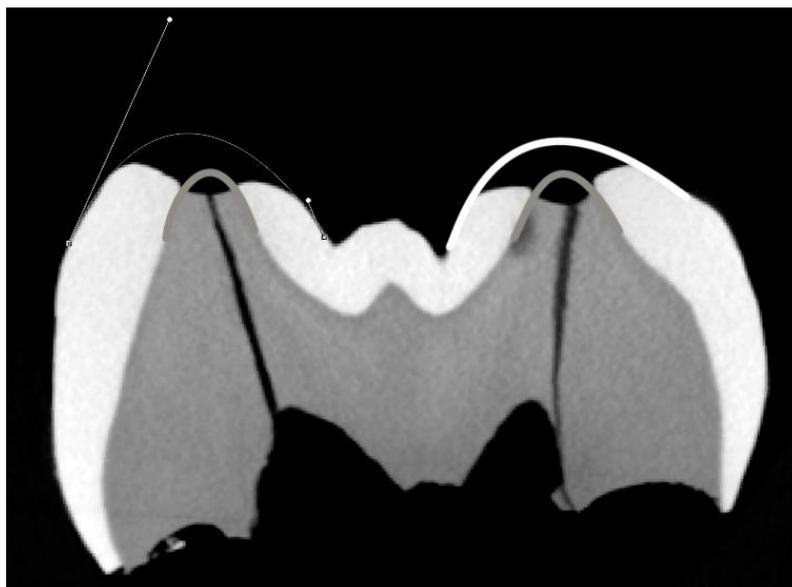
Ambos métodos consisten en el procesado del plano bucolingual mediante los programas *Photoshop*® y *Fiji*.

Método 1: “Superposición de imágenes” (Smith et al., 2012) (Fig. 4). Se trata de superponer en *Photoshop*® el plano bucolingual de una pieza completa (sin las cúspides desgastadas) al plano bucolingual de la pieza que se quiere reconstruir, teniendo en cuenta el sexo del individuo, superponiendo la imagen de una pieza perteneciente a un niño con la de un niño y viceversa. De esta manera el diente completo sirve de guía para para acoplar las imágenes y conseguir una reconstrucción virtual de las cúspides que, posteriormente, permitirá la toma de medidas en *Fiji*.



Fig. 4. Superposición del plano bucolingual del molar completo 373_87 (amarillo) sobre molar desgastado 490_75 (blanco y negro) con la delineación de las cúspides reconstruidas en color blanco.

Método 2: “Anclaje de puntos” (Saunders et al., 2007) (Fig. 5). En este caso se colocan dos puntos a ambos lados de la cúspide desgastada y con una de las herramientas de *Photoshop*® se sigue la inclinación de ambos laterales de la cúspide para conseguir un punto de confluencia entre las dos líneas que determine el ápice de la cúspide desgastada. Seguidamente, como en el método anterior, la imagen se procesa con *Fiji* para extraer medidas.



*Fig. 5. Molar 28_85 con las cúspides de dentina reconstruidas en gris y la cúspide derecha de esmalte, en blanco. En la cúspide izquierda de esmalte se muestra la herramienta de *Photoshop*® que permite continuar la inclinación de ambos lados de las cúspides antes de delinear el trazado.*

▪ **Medidas 2D**

Todas las medias relativas a las áreas y las dimensiones lineales estudiadas están recogidas en la Figura 6.

Medidas de los componentes del grosor del esmalte y sus índices (Olejniczak et al., 2008; Martin, 1985):

Área del esmalte: área del esmalte (mm^2) medida en la sección virtual del plano bucolingual.

Área de la dentina de la corona: área de la dentina (mm^2) bajo la superficie de esmalte medida en la sección virtual del plano bucolingual.

Longitud de la intersección esmalte-dentina (EDJ): longitud (mm) de la línea que separa el esmalte y la dentina medida en la sección virtual del plano bucolingual.

Promedio del grosor del esmalte (AET): distancia desde la EDJ hasta la superficie del esmalte, calculada como el cociente entre el área del esmalte y la longitud de la EDJ.

Grosor relativo del esmalte (RET): promedio del grosor relativo del esmalte en proporción a la cantidad de dentina que hay en la corona.

Medidas lineales modificadas de Olejniczak & Grine (2006):

Diámetro bicervical (BCD): distancia (mm) entre los dos puntos más oclusales del esmalte de la corona.

A1: anchura de la corona (mm) tomada en el punto medio entre el diámetro bicervical y el punto más bajo de la intersección esmalte-dentina (EDJ).

A2: anchura de la corona (mm) tomada a la altura del punto más bajo de la intersección esmalte-dentina (EDJ).

A3: altura de la corona (mm) desde la cúspide del protocónido hasta la línea que define el diámetro bicervical.

A4: altura del pico de dentina (mm) del protocónido tomada desde la cúspide hasta la línea que pasa por el punto más bajo de la intersección esmalte-dentina (EDJ).

A5: altura de la corona (mm) tomada desde el punto más profundo entre el protocónido y el metacónido hasta la línea que define el diámetro bicervical.

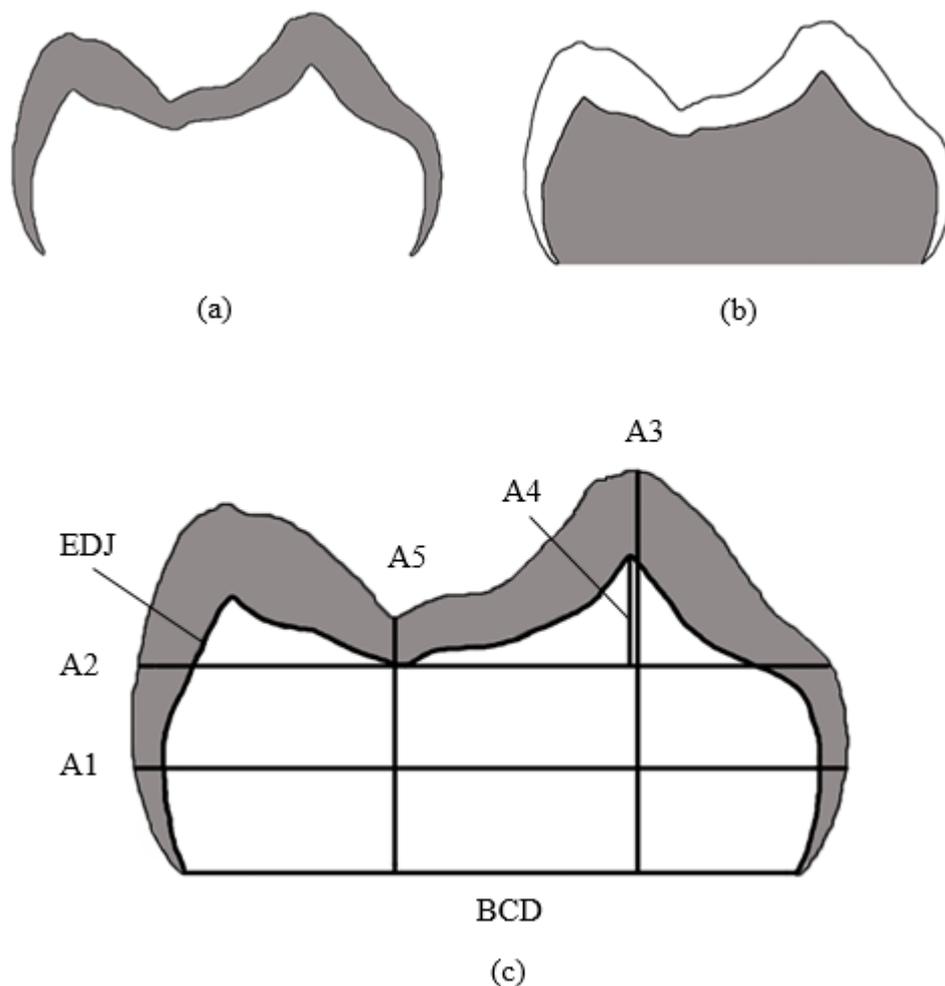


Fig. 6. Diagrama de las áreas y medidas lineales tomadas en sobre la muestra de m_2 inferiores. El esquema (a) muestra la medida del área del esmalte; el esquema (b) muestra la medida del área de la dentina; el esquema (c) recoge las anchuras y alturas de la corona, así como la longitud de la EDJ.

3.3. Análisis estadísticos

El objetivo del procesamiento estadístico de los datos ha sido la comparación de las medias de todas las medidas entre ambos grupos, niños y niñas. Para ello, los datos han sido evaluados por el test Shapiro-Wilk con el fin de comprobar su ajuste a una distribución normal. Una vez comprobado que los datos cumplían esta premisa, fueron sometidos al test paramétrico T-student. Aquellos conjuntos de datos que no seguían dicha distribución normal han sido testados bajo la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. En ambas pruebas se ha considerado que existen diferencias significativas con un p-valor de 0,05.

En la muestra solo contábamos con 5 dientes completos, de los que cuatro eran de niños y solo uno era de una niña. En este caso, el test utilizado para realizar las comparaciones entre ese grupo ha sido el *Z-score*.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se exponen los resultados obtenidos del análisis de composición de tejidos y medidas lineales de los 25 dm₂, así como la discusión sobre los mismos. Se han tomado la máxima cantidad de medidas posibles para maximizar el número de variables.

La Tabla 1 del Apéndice recoge las medias para cada una de las medidas efectuadas en cada conjunto muestral: molares completos, molares reconstruidos mediante el método 1 (“superposición de imágenes”) y molares reconstruidos mediante el método 2 (“anclaje de puntos”). En el caso de los molares completos, los valores de las niñas no representan la media, son valores únicos ya que, de los 5 molares completos de la muestra, tan solo uno pertenecía al grupo de las niñas, como ya se ha mencionado con anterioridad. Los valores individuales de las 9 medidas realizadas sobre cada uno de los 25 molares se pueden observar en las tablas 2 y 3 del Apéndice.

Los resultados han sido evaluados estadísticamente formando dos conjuntos: los molares completos junto con los reconstruidos por “superposición de imágenes” y un segundo conjunto integrado por los molares completos junto con los reconstruidos por “anclaje de puntos”.

Ni el área del esmalte, ni el área de la dentina, ni la EDJ, ni el AET, ni el RET, ni el BCD, ni A1, ni A2, ni A4, ni A5, presentan diferencias estadísticamente significativas entre niños y niñas. Tan solo A3 muestra diferencia entre ambos grupos, revelando coronas más altas para los dm₂ de las niñas, pero tan solo con el método de reconstrucción de “anclaje de puntos”.

A la luz de estos resultados se decidió desgastar “artificialmente” mediante técnicas virtuales uno de los molares completos de la muestra y reconstruirlo por ambos métodos. El método de “superposición de imágenes” es el que ofrece un resultado más parecido al aspecto real del molar sin desgastar. Por este motivo las valoraciones de los resultados descritas a continuación se basan en dicho método.

Retomando el dato de que ninguna de las otras medidas sugiere una diferencia estadísticamente significativa entre la composición de tejidos y las demás dimensiones analizadas, cabe describir una tendencia general de las características estudiadas. Todas las medidas, referentes al grosor del esmalte, sus índices y medidas lineales, presentan valores medios superiores para el grupo de las niñas.

El hecho de que el promedio del grosor del esmalte (AET) y el grosor relativo del esmalte (RET) presenten valores superiores en el caso de las niñas es congruente con el dato de una mayor área del esmalte. En cambio, estos resultados deberían ir acompañados de una menor área de la dentina, así como de una longitud de la intersección esmalte-dentina (EDJ) menor, tal y como observaron Smith et al., 2006 en su estudio con dientes permanentes. Sin embargo estas características no se repiten en nuestra muestra de inmaduros. El área de la dentina y la EDJ siguen siendo mayores en las niñas. En cambio es evidente la diferencia que se observa más adelante en la vida adulta entre la proporción de dicho tejido en las coronas de hombres y mujeres (Stroud et al., 1994; Schwartz & Dean, 2005; Smith et al., 2006; Feeney, 2009). Es posible que dicha disparidad venga marcada por una serie de genes localizados en los cromosomas sexuales que hagan que la cantidad de esmalte y dentina en la corona de los individuos varíe entre sexos (Schwartz & Dean, 2005). Algunas investigaciones sostienen que el cromosoma Y es el promotor del dimorfismo sexual ya que el cromosoma X promueve la formación de esmalte y es el cromosoma Y el que fomenta la formación de esmalte y dentina (Alvesalo, 1997; Lähdesmäki & Alvesalo, 2005). En cambio, la mayoría de la dentina perteneciente a la corona de los segundos molares inferiores permanentes se desarrolla durante los 3-6 años de vida (Smith et al, 2006), con lo cual si no se observan diferencias en la proporción de este tejido entre niños y niñas de

entre 4-12 años (rango de edad de la muestra), es muy probable que dicho dimorfismo sexual no exista en los dm_2 en estas etapas del desarrollo. La diferencia que se observa más adelante en la vida adulta entre la proporción de tejido en las coronas de hombres y mujeres (Stroud et al., 1994; Schwartz & Dean, 2005; Smith et al., 2006; Feeney, 2009) se debe a la actividad diferencial de los odontoblastos durante la vida del individuo después de la pubertad que generan mayor cantidad de dentina secundaria (Woods et al., 1990; Solheim, 1992; Zilberman & Smith, 2001). Aunque esta afirmación no se puede aplicar a todos los casos ya que los estudios se han llevado a cabo sobre dientes sin desgaste y uno de los mecanismos por los que se genera dicha dentina secundaria es el desgaste dental.

Por tanto, las niñas tendrían dm_2 más altos y más anchos que los de los niños, ya que el promedio del BCD, del resto de medidas de anchura (A1 y A2) y de los valores de altura de la corona (A3 y A5) y del pico de dentina del protocónido (A4) también son mayores. Esto contradice los resultados de Black (1978) que describen coronas más altas y anchas en el caso de los niños, se opone al estudio de Harris (2001) en el que se observa mayor cantidad de dentina en las coronas de los niños que en las de las niñas y contradice también el patrón adulto en el que se observan molares más altos para los hombres debido a una cantidad diferencial de dentina (Schwartz & Dean, 2005; Smith et al., 2006).

Es interesante prestar atención al hecho de que uno de los molares incluidos en la muestra presentaba un empaste (Fig. 7), lo cual podría haber alterado la morfología de los tejidos habiendo modificado los resultados estadísticos. Dicho molar (M_75) se apartó del análisis estadístico para comprobar si repercutía sobre los resultados pero se observó que seguían siendo los mismos. Esto es interesante ya que si el mCT permite distinguir correctamente los tejidos que conforman la corona de los dientes, aun estando empastados, piezas como las encontradas recientemente en Riparo Fredian (Italia) que presentan empastes (Oxilia et al., 2017), podrían ser estudiadas con éxito.

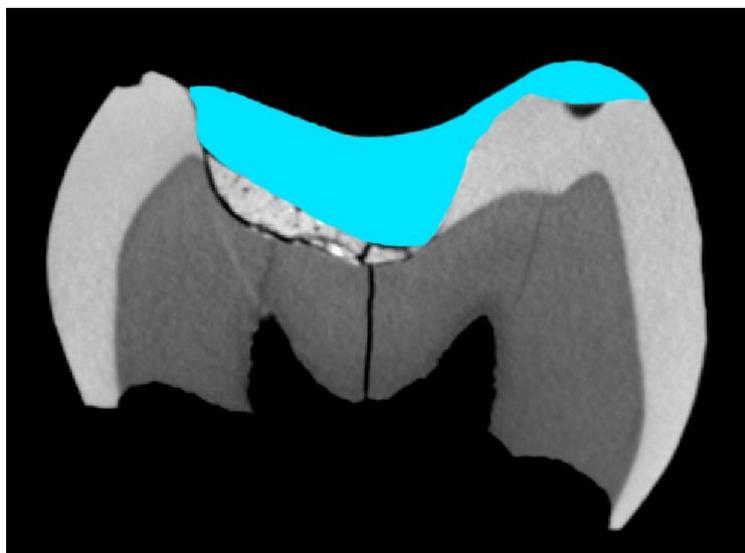


Fig. 7. Molar M_75 con empaste en el esmalte (de color azul).

A la vista de las nuevas evidencias, la hipótesis de partida se rechaza ya que no aparecen diferencias significativas para ninguna de las medidas propuestas. Además, los resultados contradicen las investigaciones realizadas con anterioridad por lo que sería recomendable incrementar el tamaño muestral para reforzar nuestras observaciones. De este modo se podría cotejar si en este análisis se contaba con unos molares que presentaban valores dentro de la región solapante entre las distribuciones de los grupos (niños y niñas) y cabría entonces la posibilidad de que, aumentando el

tamaño muestral, aparecieran diferencias estadísticamente significativas entre ellos o si, por el contrario, esta investigación cubre un amplio rango de medidas dentro de la distribución de cada grupo muestral y seguirían sin revelarse diferencias entre niños y niñas. Así mismo, es necesario homogeneizar el número de piezas pertenecientes a cada conjunto muestral ya que este estudio ha analizado casi el doble de dm_2 de niños que de niñas.

5. CONCLUSIONES

- El dimorfismo sexual en los dm_2 no es detectable, al contrario de los que ocurre en los segundos molares permanentes.
- La tendencia de las características de la dentición temporal no corresponde a la observada en el patrón adulto.
- Es necesario ampliar el tamaño muestral así como reconstruir las piezas desgastadas mediante un método de reconstrucción que elimine la subjetividad a fin de poder obtener resultados más fiables.

5.1. Futuras líneas de investigación

Quizá en los dm_1 se pueda apreciar un mayor dimorfismo sexual ya que según Black (1978) esta pieza presenta el mayor porcentaje de dimorfismo sexual de toda la dentición decidua con un 3,15% en el diámetro bucolingual. Para ello sería necesario ampliar la muestra existente en el CENIEH.

También cabe la posibilidad de que las diferencias sexuales en la dentición temporal no sean morfológicas sino que se aprecien en la densidad de los tejidos. Schwartz and Dean (2005) ya afirmaban que los dientes de los hombres son más pesados que los de las mujeres, de la misma manera que Olejniczak et al. (2008) apuntan hacia la posibilidad de que las medidas 3D (medidas volumétricas) reflejen mejor las características del complejo de la corona. Por tanto, podría contemplarse como una futura línea de investigación la segmentación de las imágenes de mCT para establecer la consistencia de los tejidos, aunque teniendo en cuenta que este estudio tan solo podría llevarse a cabo en molares sin desgaste.

6. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a José María y a Laura que me hayan vuelto a conceder la oportunidad de trabajar con ellos un año más y me hayan seguido enseñando y aconsejando para continuar creciendo en mi carrera investigadora. Gracias al estupendo equipo de antropología dental del CENIEH por estar siempre dispuestos a hacer un alto en su trabajo y ayudarme con cualquier problema que me planteara *Amira* y la estadística.

También doy las gracias y dedico este trabajo a mi familia, por seguir respaldándome hacia mi meta de llegar a convertirme en investigadora dentro del campo de la evolución humana y a Pepe, que aunque esté lejos ha sido mi principal vía de escape cuando los resultados no eran los que esperaba escuchándome, aconsejándome y aportando ideas. A todos vosotros, gracias.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvesalo, L., 1997. Sex chromosomes and human growth. *Human genetics*. 101, 1–5.
- Bailit, H., Hunt, E.E., 1964. The Sexing on Children's Skeletons from Teeth Alone and its Genetic Implications. *American Journal of Physical Anthropology*. 22, 171-174.
- Bayle, P., Braga, J., Mazurier, A., Macchiarelli, R., 2009. Dental developmental pattern of the Neanderthal child from Roc de Marsal: a high-resolution 3D analysis. *Journal of Human Evolution*. 56, 66–75.
- Benazzi, S., Fornai, C., Bayle, P., Coquerelle, M., Kullmer, O., Mallegni, F., Weber, G.W., 2011. Comparison of dental measurement systems for taxonomic assignment of Neanderthal and modern human lower second deciduous molars. *Journal of Human Evolution*. 61, 320–326.
- Black, T.K., 1978. Sexual dimorphism in the tooth-crown diameters of the deciduous teeth. *American Journal of Physical Anthropology*. 48, 77–82.
- Cardoso, H.F.V., 2008. Sample-specific (universal) metric approaches for determining the sex of immature human skeletal remains using permanent tooth dimensions. *Journal of Archaeological Science*. 35, 158–168.
- De Vito, C., Saunders, S., 1990. A Discriminant Function Analysis of Deciduous Teeth to Determine Sex. *Journal of Forensic Sciences*. 35, 845-858.
- Ditch, L.E., Rose, J.C., 1972. A multivariate dental sexing technique. *American Journal of Physical Anthropology*. 37, 61–64.
- Feeney, R.N.M., 2009. Microtomographic analysis of sexual dimorphism and dental tissue distribution in human molars. The Ohio State University.
- Ferembach, D., Schwindevzky, I., Stoukal, M., 1980. Recommendation for age and sex diagnoses of skeletons. *Journal of human Evolution*. 9, 517-549.
- Garn, S.M., Lewis, A.B., Kerewsky, R.S., 1966. Sexual Dimorphism in the Buccolingual Tooth Diameter. *Journal of Dental Research*. 45, 1819–1819.
- Garn, S.M., Lewis, A.B., Swindler, D.R., Kerewsky, R.S., 1967. Genetic Control of Sexual Dimorphism in Tooth Size. *Journal of Dental Research*. 46, 963–972.
- Harris, E.F., Hicks, J.D., Barcroft, B.D., 2001. Tissue contributions to sex and race: differences in tooth crown size of deciduous molars. *American Journal of Physical Anthropology*. 115, 223–237.
- Hattab, F.N., Al-Khateeb, S., Sultan, I., 1996. Mesiodistal crown diameters of permanent teeth in Jordanians. *Archives of Oral Biology*. 41.
- Hillson, S. (Ed.), 1996. *Dental anthropology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hunt, E.E., Gleiser, I., 1955. The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth. *American Journal of Physical Anthropology*. 13, 479–487.
- Katzenberg, A., Saunders, S.R. (Ed.), 2008. *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

- Kondo, S., Townsend, G.C., 2004. Sexual dimorphism in crown units of mandibular deciduous and permanent molars in Australian Aborigines. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*. 55, 53–64.
- Kono, R.T., 2004. Molar enamel thickness and distribution patterns in extant great apes and humans: new insights based on a 3-dimensional whole crown perspective. *Anthropological Science*. 112, 121–146.
- Krogman, W.M., Iscan, M.Y., 1986. The human skeleton in forensic medicine. *American Journal of Physical Anthropology*. 74, 136-137.
- Lähdesmäki, R., Alvesalo, L., 2005. Root growth in the teeth of 46,XY females. *Archives of Oral Biology*. 50, 947–952.
- Martin L. 1985. Significance of enamel thickness in hominoid evolution. *Nature*. 314, 260-263.
- Molnar, S., 1971. Human tooth wear, tooth function and cultural variability. *American Journal of Physical Anthropology*. 34, 175–189.
- Moorrees, C.F.A., Thomsen, S.O., Jensen, E., Yen, P.K.J., 1957. Mesiodistal Crown Diameters of the Deciduous and Permanent Teeth in Individuals. *Journal of Dental Research*. 36, 39–47.
- Olejniczak, A.J., Grine, F.E., 2006. Assessment of the accuracy of dental enamel thickness measurements using microfocal X-ray computed tomography. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*. 288A, 263–275.
- Olejniczak, A.J., Tafforeau, P., Smith, T.M., Temming, H., Hublin, J.J., 2007. Technical note: Compatibility of microtomographic imaging systems for dental measurements. *American Journal of Physical Anthropology*. 134, 130–134.
- Olejniczak, A.J., Smith, T.M., Feeney, R.N.M., Macchiarelli, R., Mazurier, A., Bondioli, L., Rosas, A., Fortea, J., de la Rasilla, M., Garcia-Taberner, A., Radovčić, J., Skinner, M.M., Toussaint, M., Hublin, J.-J., 2008. Dental tissue proportions and enamel thickness in Neandertal and modern human molars. *Journal of Human Evolution*. 55, 12–23.
- Oxilia, G., Fiorillo, F., Boschini, F., Boaretto, E., Apicella, S.A., Matteucci, C., Panetta, D., Pistocchi, R., Guerrini, F., Margherita, C., Andretta, M., Sorrentino, R., Boschian, G., Arrighi, S., Dori, I., Mancuso, G., Crezzini, J., Riga, A., Serrangeli, M.C., Vazzana, A., Salvadori, P.A., Vandini, M., Tozzi, C., Moroni, A., Feeney, R.N.M., Willman, J.C., Moggi-Cecchi, J., Benazzi, S., 2017. The dawn of dentistry in the late upper Paleolithic: An early case of pathological intervention at Riparo Fredian: An Early Case of Probable Dentistry. *American Journal of Physical Anthropology*. 1-16.
- Pereira, C., Bernardo, M., Pestana, D., Santos, J.C., de Mendonça, M.C., 2010. Contribution of teeth in human forensic identification – Discriminant function sexing odontometrical techniques in Portuguese population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 17, 105–110.
- Rösing, F.W., 1983. Sexing immature human skeletons. *Journal of Human Evolution*. 12, 149–155.
- Saunders, S. R., 2007. Juvenile Skeletons and Growth-Related Studies. In: Katzenberg, M.A., Saunders, S.R. (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, pp. 117-147.

- Saunders, S.R., Chan, A.H.W., Kahlon, B., Kluge, H.F., FitzGerald, C.M., 2007. Sexual dimorphism of the dental tissues in human permanent mandibular canines and third premolars. *American Journal of Physical Anthropology*. 133, 735–740.
- Scheuer, L., Black, S. (Ed.), 2000. *Developmental Juvenile Osteology*. Academic Press, London.
- Scheuer, L., Black, S., 2000. Development and ageing of the juvenile skeletons. In: Cox, M., Mays, S. (Eds.), *Human osteology: in archaeology and forensic science*. Cambridge University Press., London, pp. 9-22.
- Schutkowski, H., 1987. Sex determination of fetal and neonate skeletons by means of discriminant analysis. *International Journal of Anthropology*. 2, 347–352.
- Schwartz, G.T., Dean, M.C., 2005. Sexual dimorphism in modern human permanent teeth. *American Journal of Physical Anthropology*. 128, 312–317.
- Scott, G.R., Turner, C.G. (Ed.), 2000. *The anthropology of modern human teeth: Dental morphology and its variation in recent human populations*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Smith, T.M., Olejniczak, A.J., Reid, D.J., Ferrell, R.J., Hublin, J.J., 2006. Modern human molar enamel thickness and enamel–dentine junction shape. *Archives of Oral Biology*. 51, 974–995.
- Smith, T.M., Olejniczak, A.J., Zermeno, J.P., Tafforeau, P., Skinner, M.M., Hoffmann, A., Radovčić, J., Toussaint, M., Kruszynski, R., Menter, C., Moggi-Cecchi, J., Glasmacher, U.A., Kullmer, O., Schrenk, F., Stringer, C., Hublin, J.J., 2012. Variation in enamel thickness within the genus *Homo*. *Journal of Human Evolution*. 62, 395–411.
- Solheim, T., 1992. Amount of secondary dentin as an indicator of age. *European Journal of Oral Sciences*. 100, 193–199.
- Stroud, J.L., Buschang, P.H., Goaz, P.W., 1994. Sexual dimorphism in mesiodistal dentin and enamel thickness. *Dentomaxillofacial Radiology*. 23, 169–171.
- Suwa, G., Kono, R.T., 2005. A micro-CT based study of linear enamel thickness in the mesial cusp section of human molars: reevaluation of methodology and assessment of within-tooth, serial, and individual variation. *Anthropological Science*. 113, 273–289.
- Tafforeau, P., 2004. *Phylogenetic and functional aspects of tooth enamel microstructure and three-dimensional structure of modern and fossil primate molars*. Ph.D. Dissertation, Montpellier University II.
- Teschler-Nicola, M., Prossinger, H., 1998. Sex determination using tooth dimensions. In: Alt, K.W., Rösing, F.W., Teschler-Nicola, M. (Eds.), *Dental Anthropology*. Springer, Vienna, pp. 479-500.
- Woods, M.A., Robinson, Q.C., Harris, E.F., 1990. Age-Progressive Changes in Pulp Widths and Root Lengths During Adulthood: A Study of American Blacks and Whites. *Gerodontology*. 9, 41–50.
- Yuen, K.K., So, L.L., Tang, E.L., 1997. Mesiodistal crown diameters of the primary and permanent teeth in southern Chinese—a longitudinal study. *The European Journal of Orthodontics*. 19, 721–731.
- Zilberman, U., Smith, P., 2001. Sex-and age-related differences in primary and secondary dentin formation. *Advances in dental research*. 15, 42–45.

APÉNDICE

	Área esmalte (mm ²)	Área dentina (mm ²)	EDJ (mm)	AET	RET	BCD (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	A5 (mm)
m2 completos											
niños (n=4)	10,23 ± 0,57	24,24 ± 1,94	16,52 ± 1,64	0,62 ± 0,07	5,21 ± 1,03	6,41 ± 0,97	8,04 ± 0,55	7,64 ± 0,62	5,26 ± 0,24	1,39 ± 0,12	3,71 ± 0,48
niñas (n=1)	8,90	19,81	15,98	0,56	5,62	7,32	8,52	8,06	5,35	1,08	3,54
m2 reconstruidos											
método 1											
niños (n=12)	10,50 ± 1,98	24,19 ± 2,08	16,30 ± 0,70	0,65 ± 0,13	5,37 ± 1,20	5,98 ± 0,72	7,68 ± 0,38	7,28 ± 0,33	5,62 ± 0,40	1,69 ± 0,28	3,85 ± 0,33
niñas (n=7)	11,23 ± 1,54	25,56 ± 2,24	16,87 ± 0,82	0,66 ± 0,08	5,25 ± 0,89	6,39 ± 0,22	7,88 ± 0,16	7,51 ± 0,44	5,83 ± 0,50	1,73 ± 0,31	3,90 ± 0,31
m2 reconstruidos											
método 2											
niños (n=12)	9,61 ± 1,71	24,15 ± 2,20	16,07 ± 0,83	0,60 ± 0,11	5,00 ± 1,14	5,98 ± 0,73	7,69 ± 0,38	7,28 ± 0,33	5,19 ± 0,33	1,64 ± 0,29	3,83 ± 0,33
niñas (n=7)	11,14 ± 2,06	25,09 ± 2,65	16,45 ± 1,20	0,68 ± 0,15	5,59 ± 1,90	6,26 ± 0,21	7,85 ± 0,18	7,50 ± 0,39	5,31 ± 0,51	1,60 ± 0,38	3,95 ± 0,29

Tabla 1. Valores medios de las medidas realizadas sobre cada conjunto muestral, a excepción de los valores para las niñas en los molares completos que representan valores únicos.

Diente	Área esmalte (mm2)	Área dentina (mm2)	EDJ (mm)	AET	RET	BCD (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	A5 (mm)	
Completos	476_87	10,27	21,34	14,42	0,71	6,67	5,90	7,94	7,64	5,26	1,26	3,91
	465_77	9,89	25,15	18,29	0,54	4,30	5,36	7,35	6,84	5,53	1,55	4,24
	373_87	9,73	25,44	16,21	0,60	4,72	6,86	8,18	7,71	5,32	1,37	3,58
"Superposición de imágenes"	481_87	11,02	25,02	17,14	0,64	5,14	7,52	8,67	8,36	4,94	1,37	3,12
	481_85	10,03	26,26	17,11	0,59	4,46	6,20	7,83	7,47	6,12	1,94	3,85
	451_87	8,97	25,74	16,11	0,56	4,33	6,48	7,94	7,23	5,41	1,34	3,86
	490_75	12,81	23,43	16,86	0,76	6,49	4,68	7,51	7,32	6,10	1,76	4,08
	474_75	11,20	28,23	17,41	0,64	4,56	6,65	8,07	7,44	6,29	1,92	3,95
	481_77	9,18	22,47	15,61	0,59	5,23	7,15	8,00	7,57	5,14	1,95	3,33
	649_77	10,92	24,61	16,12	0,68	5,51	5,29	7,74	6,87	5,81	1,35	4,09
	60_77	13,50	21,79	14,94	0,90	8,29	5,84	7,39	7,53	5,68	1,28	3,64
	502_77	8,19	23,48	15,83	0,52	4,41	6,07	7,42	6,96	5,37	1,81	3,59
	124_77	7,43	20,46	16,16	0,46	4,49	4,98	6,68	6,52	5,14	1,79	3,62
	519_75	9,04	24,18	16,50	0,55	4,53	6,39	7,79	7,35	5,25	1,84	3,48
	357_77	12,37	25,02	16,03	0,77	6,17	6,37	7,83	7,50	5,36	1,34	4,38
	29_75	12,32	24,58	16,97	0,73	5,91	5,69	7,92	7,58	5,77	1,98	4,29
	481_85	9,34	26,36	16,93	0,55	4,19	6,22	7,80	7,43	5,55	1,84	3,79
	"Anclaje de puntos"	451_87	7,95	25,71	15,56	0,51	3,97	6,52	7,96	7,23	4,89	1,33
490_75		11,42	23,08	16,76	0,68	5,90	4,61	7,50	7,32	5,47	1,76	4,06
474_75		10,06	28,44	17,30	0,58	4,09	6,61	8,05	7,42	5,63	1,84	3,89
481_77		8,87	22,88	15,69	0,57	4,94	7,16	8,06	7,65	4,89	2,00	3,27
649_77		9,08	24,93	15,96	0,57	4,56	5,24	7,80	6,88	5,33	1,29	4,15
60_77		11,86	21,14	14,26	0,83	7,87	5,86	7,41	7,54	4,75	1,23	3,64
502_77		7,58	23,42	15,77	0,48	4,10	6,10	7,43	6,94	5,13	1,77	3,59
124_77		7,34	20,57	15,78	0,47	4,52	5,02	6,69	6,53	5,04	1,76	3,59
519_75		8,41	23,49	16,21	0,52	4,42	6,34	7,84	7,39	5,15	1,78	3,53
357_77		11,07	25,17	15,68	0,71	5,61	6,40	7,84	7,51	4,81	1,21	4,39
29_75	12,31	24,67	16,94	0,73	5,89	5,68	7,87	7,52	5,65	1,92	4,24	

Tabla 2. La tabla recoge los valores de las medidas estudiadas para cada uno de los dm2 inferiores de los niños tanto completos como reconstruidos ambos métodos ("superposición de imágenes" y "anclaje de puntos").

Diente	Área esmalte (mm2)	Área dentina (mm2)	EDJ (mm)	AET	RET	BCD (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	A5 (mm)	
Completo	8,90	19,81	15,98	0,56	5,62	7,32	8,52	8,06	5,35	1,08	3,54	
"Superposición de imágenes"	39_87	13,73	24,75	17,35	0,79	6,42	7,97	8,33	5,34	1,64	3,60	
	341_87	10,94	27,63	16,80	0,65	6,26	8,12	7,48	6,27	1,35	4,16	
	103_87	10,07	24,23	16,80	0,60	6,09	7,72	7,35	5,83	2,13	3,99	
	28_85	11,21	22,58	15,47	0,72	6,71	7,94	7,80	5,01	1,43	3,34	
	72_77	9,36	27,74	17,01	0,55	6,28	7,95	7,38	5,94	1,56	4,10	
	511_77	12,79	28,17	18,15	0,70	6,08	7,75	7,05	6,40	2,05	4,14	
	14_77	10,48	23,84	16,48	0,64	6,24	7,71	7,15	6,04	1,92	3,95	
	39_87	13,94	25,14	17,49	0,80	6,34	6,41	7,96	8,37	5,56	1,63	3,72
	341_87	9,62	27,80	16,42	0,59	4,21	6,26	8,07	7,44	5,38	1,33	4,11
	103_87	10,09	24,83	16,85	0,60	4,82	6,17	7,78	7,40	5,39	2,04	3,95
"Anclaje de puntos"	28_85	10,45	22,48	15,41	0,68	6,69	7,97	7,83	4,78	1,38	3,34	
	72_77	8,71	28,17	16,77	0,52	6,23	7,94	7,38	5,33	1,53	4,15	
	511_77	12,53	26,82	17,88	0,70	6,08	7,81	7,34	6,12	2,05	4,18	
	14_77	9,74	25,14	16,71	0,58	4,64	7,75	7,16	5,47	1,88	3,98	
	M_75	14,01	20,36	14,10	0,99	9,76	6,00	7,49	7,85	4,44	0,96	4,17

Tabla 3. La tabla recoge los valores de las medidas estudiadas para cada uno de los dm2 inferiores de las niñas tanto completos como reconstruidos ambos métodos ("superposición de imágenes" y "anclaje de puntos").