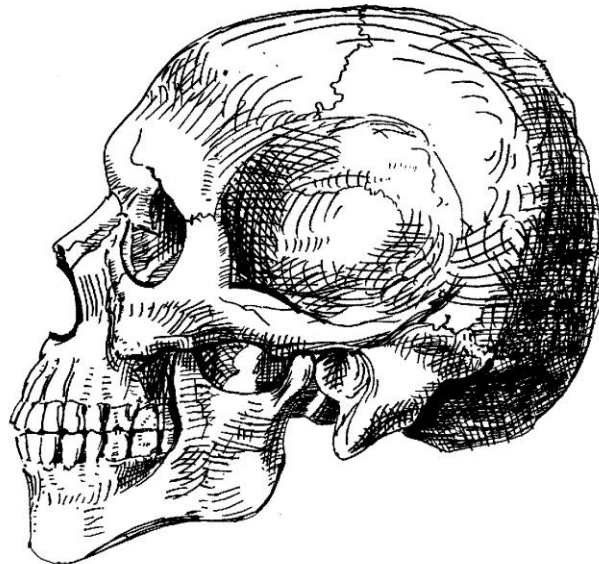


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID  
FACULTAD DE CIENCIAS

**EL CONOCIMIENTO DE LAS POBLACIONES DEL PASADO  
A TRAVÉS DE LOS RESTOS ÓSEOS: ANÁLISIS  
PALEODEMOGRÁFICO DE LOS RESTOS RECUPERADOS  
DE LA MEZQUITA DEL CRISTO DE LA LUZ (TOLEDO)**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**  
BIOLOGÍA EVOLUTIVA Y BIODIVERSIDAD

MARTA SAN MILLÁN ALONSO  
Madrid, junio 2009.



LABORATORIO  
DE POBLACIONES  
DEL PASADO

## ÍNDICE

• <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
▪ La Mezquita del Cristo de la Luz.....	2
▪ Introducción.....	3
▪ Echando la vista atrás: historia de la Paleodemografía.....	4
▪ Problemas metodológicos.....	8
• <b>OBJETIVOS</b> .....	10
• <b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	10
▪ Inventario.....	10
▪ Estimación de la edad.....	11
▪ Determinación del sexo.....	14
▪ Paleodemografía.....	16
• <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	17
• <b>CONCLUSIONES</b> .....	28
• <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	29

## **RESUMEN**

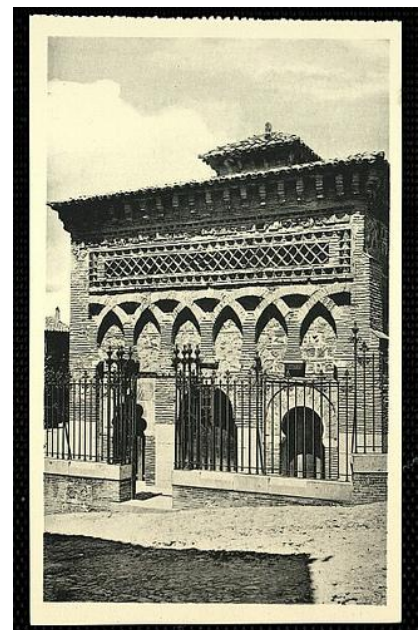
Se realiza un estudio paleodemográfico de los restos recuperados de la Mezquita del Cristo de la Luz, la más antigua y mejor conservada de las diez que llegaron a existir en la época musulmana en la ciudad de Toledo, cuyo objetivo principal es conocer la estructura y algunos parámetros biológicos de la población. Para ello se estima la edad y se determina el sexo de los individuos por diferentes métodos, que posteriormente se comparan. Por otro lado, se calcula un NMI de 529 individuos de un total de 160 enterramientos excavados, con una esperanza de vida al nacer de 24,67 años.

## **INTRODUCCIÓN**

### **La Mezquita del Cristo de la Luz**

La mezquita de Bab al-Mardum, que posteriormente fue transformada en la Iglesia del Cristo de la Luz, es la más antigua y mejor conservada de las diez que llegaron a existir en la época musulmana en la ciudad de Toledo. Estaba ubicada en uno de los barrios más antiguos de la ciudad, donde durante la dominación árabe debieron levantarse las mansiones de los más importantes personajes musulmanes de la época. Gracias a las obras de restauración, destinadas en primera instancia a resolver problemas de filtraciones que sufren los cimientos de la mezquita, se descubrió una calzada de época romana en estado de conservación casi perfecto y una necrópolis, que es de la que trata el presente estudio. Ésta, tiene un periodo de utilización bastante extenso (s. XIII a XIX), que abarca la Edad Media, Moderna y Contemporánea.

Este edificio pertenece a la época del Califato de Córdoba y fue construido en el año 999 d.C., tal y como reza la franja epigráfica de su fachada de acceso, que fue descubierta en 1889 y que es única en el islam de occidente y en el arte oriental, por haber sido elaborada exclusivamente con fragmentos de ladrillos ordinarios. Pero para poder entender con más claridad el proceso del monumento, debemos remontarnos a la reconquista de Toledo por las huestes cristianas, comandadas por el rey Alfonso VI, en 1085. Una de las leyendas más populares de Toledo cuenta que, cuando los ejércitos cristianos entraron en la ciudad con el monarca,



**Figura 1. Fachada principal de la Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo).**

el caballo de éste cayó de rodillas al llegar a la altura de la mezquita, sin poder hacer nada para que el animal reiniciara el paso. Esto se interpretó inmediatamente como un signo divino. Buscando explicación a este hecho insólito, observaron los presentes que un potente resplandor salía de uno de los muros iluminando el recinto. Se ordena excavar y se encuentra oculto un crucifijo, con una lamparilla encendida, a pesar de los cuatro siglos que había permanecido encerrada. Este fue el lugar donde los cristianos ocultaron la sagrada imagen, para evitar su profanación por los musulmanes cuando éstos ocuparon Toledo.

Leyendas al margen, lo que sí parece muy probable es que la mezquita se levantara sobre lo que había sido una iglesia visigoda, como lo prueba el reaprovechamiento de los capiteles con decoración foliada todavía reconocibles. El ábside fue añadido en el siglo XII cuando Alfonso VI la cedió a los caballeros de la orden de San Juan, estableciendo allí la ermita de la Santa Cruz. Gracias a esta ampliación, a la cesión y al mantenimiento del edificio como lugar de culto, ha sido posible su permanencia hasta nuestros días.

## **Introducción**

Uno de los objetivos fundamentales para el estudio del pasado ha sido el intento de reconstruir la vida de las poblaciones pretéritas; esto ha hecho posible una mejor comprensión de la relación entre grupos humanos, cultura y medio ambiente a través del tiempo. De este modo, distintas disciplinas, entre ellas la Arqueología y la Antropología Física, buscan información sobre las actividades, formas de vida y el medio que rodeaba a nuestros antepasados.

Al abordar el estudio de cualquier población arqueológica, uno de los primeros objetivos que se plantean es el de llegar a conocer cuál era la estructura de esa población, es decir, cuál era su distribución por grupos de edad y sexos, la esperanza de vida, la incidencia de la mortalidad infantil, la mortalidad por sexos, etc. El estudio de todas estas características, sobre la base de información obtenida de fuentes arqueológicas, es lo que constituye la Paleodemografía (Piontek y Weber, 1986; citado en Nielsen et al. 1993).

La Paleodemografía es un campo de investigación que intenta identificar los parámetros demográficos de las poblaciones del pasado a través del contexto arqueológico. En primer lugar se tienen que explorar los restos óseos por los antropólogos físicos, y esta información puede ser incrementada a partir de información documental asociada, disponible desde la epigrafía, censos y registros parroquiales o algunas veces, a través de fuentes literarias. Debido a su resistencia a la descomposición, el esqueleto humano promete ser una fuente

fiable para la reconstrucción de los parámetros de la vida del pasado. Arqueólogos, historiadores y antropólogos confían de igual modo en estos parámetros biológicos para muchas inferencias paleodemográficas y no es sorprendente que venga de largo la tradición de establecer perfiles de mortalidad a partir de cementerios de poblaciones pretéritas. Estas estructuras de mortalidad sirven como indicadores de esperanza de vida, fertilidad e incluso crecimiento de la población (Hoppa & Vaupel, 2002).

### **Echando la vista atrás: historia de la Paleodemografía.**

Sobre 1950, el concepto de longevidad humana en el pasado había sido abordado por investigaciones ocasionales. Sin embargo, fueron los escritos de J. Lawrence Angel, a mediados del siglo XX, sobre esperanza de vida en la Grecia antigua, los que dieron el espaldarazo a la Paleodemografía como un área emergente de especialización entre los antropólogos físicos. Debido a las diferencias en la precisión en la determinación de distintas edades, que se comentará con posterioridad, y el deseo de intentar estandarizar los datos demográficos dentro de cohortes de 5 en 5 años, los individuos eran redistribuidos frecuentemente a lo largo de tablas de vida con múltiples cohortes (Hoppa & Vaupel, 2002).

A mediados de los 70, Howell (1976), observó que los análisis demográficos sobre las poblaciones del pasado contaban con un supuesto: el uniformismo biológico. Este principio afirma que las regularidades del pasado y del presente son cruciales en los eventos futuros y que, bajo similares circunstancias, fenómenos similares que hayan ocurrido en el pasado o el presente, ocurrirán en el futuro del mismo modo. La estimación de los parámetros demográficos de las poblaciones del pasado asume necesariamente que los procesos biológicos relacionados con la mortalidad y la fertilidad en humanos eran los mismos en el pasado que lo son en el presente. Las técnicas para evaluar la edad de los restos óseos también deben asumir el uniformismo en el uso de sus criterios biológicos, tales como los patrones de cambios progresivos que suceden con la edad observados en poblaciones de referencia modernas, que no son significativamente diferentes de los patrones observados en poblaciones del pasado. Esta asunción tiene implicaciones a dos niveles en la Paleodemografía. La primera está relacionada con la aplicación de esta teoría a los procesos biológicos, particularmente aquellos relevantes para la estructura poblacional, y asume que los humanos no han cambiado a lo largo del tiempo con respecto a sus respuestas biológicas al ambiente. En segundo lugar, se asume que el desarrollo biológico de la morfología relacionada con la edad en humanos es la misma en poblaciones que están separadas en el tiempo y en el

espacio. Mientras las tasas de estos cambios podrían ser diferentes, el patrón general debería ser el mismo. Sabemos que la tasas de cambio en algunos indicadores de edad son diferentes entre hombres y mujeres, y se ha visto que es diferente cuando se aplica a poblaciones con un origen diferente a los de las poblaciones originales de referencia (Hoppa & Vaupel, 2002).

La piedra angular del problema es que la variación inherente de los procesos biológicos de determinación de la edad en el esqueleto continua siendo la fuente de error fundamental en los criterios actuales de determinación de la edad. Como tales, estas diferencias en los cambios relacionados con la edad en el esqueleto humano podrían impedir el uso de estos criterios en las muestras esqueléticas que difieren significativamente en el tiempo de la muestra de referencia (Boquet-Appel & Masset, 1982).

Entonces, si presuponemos la validez del uniformismo biológico propuesto por Howell (1976), la premisa básica del uso de las tablas de vida en reconstrucciones paleodemográficas de restos esqueléticos es que la población sea estacionaria (Hoppa & Vaupel, 2002). Esta población cumpliría las siguientes asunciones: cierre a la migración, fertilidad y mortalidad constantes, tasa de crecimiento cero y equilibrio en la distribución de la edad. En realidad, los análisis paleodemográficos no esperan que esta asunción sea cierta, ya que los cambios en la composición a lo largo del tiempo son el foco central de los estudios y los análisis temporales no tendrían sentido si asumimos que la tasa de crecimiento intrínseco es cero. Sin embargo, los errores introducidos por fallos al asumir que la población es estacionaria dependerán de la extensión con la que la población se desvíe de las condiciones asumidas (Gage, 1985 citado en Hoppa & Vaupel, 2002). Si la población no es estacionaria, la distribución de las edades de muerte es extremadamente sensible a los cambios de la fertilidad pero no a los cambios en la mortalidad. Así, variaciones pequeñas en la fertilidad tienen efectos grandes en la distribución de las edades de muerte, mientras grandes modificaciones en la mortalidad no. Paradójicamente, los parámetros tales como la esperanza de vida o la media de la edad de muerte son frecuentemente más eficaces en relación a las medidas de fertilidad que a las de mortalidad (Wood et al. 1992).

A finales de los años 70, los demógrafos hicieron una llamada para reconsiderar la investigación en Paleodemografía. Petersen (1975) expuso que los análisis demográficos de las poblaciones pasadas de los antropólogos son emprendidos sin un firme entendimiento de la teoría ni del método demográfico (Hoppa & Vaupel, 2002). La pregunta fundamental es si

los datos esqueléticos por si solos son suficientes para hacer reconstrucciones fiables de las poblaciones pasadas. El clásico compendio de modelos de tablas de vida para demografía moderna de Coale and Demeny's (1966) fue el impulso para los antropólogos demógrafos hacia el desarrollo de tablas de vida para poblaciones del pasado. Relacionando la probabilidad de muerte con la esperanza de vida a los 10 años, Coale and Demeny (1966) produjeron tasas de mortalidad específica de edad para hombres y mujeres presentando un modelo de tabla de vida. Estos autores afirmaron que el uso de la esperanza de vida a los 10 años, más que al nacimiento, es un índice objetivo que permite observar las diferencias que pueden resultar de las pruebas con tablas de vida. Por otro lado, dada la variedad de las condiciones bajo las que muchas poblaciones contemporáneas viven, es difícil que las analogías etnográficas para las estadísticas demográficas sean siempre las apropiadas. Aunque sea una potencial herramienta para los análisis tanto antropológicos como paleodemográficos, las tablas de vida están todavía sujetas a posibles fallos resultantes del uso inapropiado de las poblaciones modelo (Gage, 1988).

El año 1980 marcó un punto crucial para la Paleodemografía. Aunque había habido ya algunas críticas ocasionales previas (Petersen, 1975; Howell, 1976), no fue hasta 1982 cuando se abrió el gran debate respecto a la validez de los métodos en los que se basaban las reconstrucciones paleodemográficas (Hoppa & Vaupel, 2002). En 1982, Bocquet-Appel y Masset atacaron a la Paleodemografía por dos frentes: (1) los perfiles de edad de muerte obtenidos a partir de muestras esqueléticas prehistóricas son artefactos de las distribuciones de edad de la muestra de referencia empleada para la estimación de la edad cronológica de los restos, y (2) hay una inexactitud inherente y una falta de fiabilidad en todas las técnicas de estimación de la edad a causa de la baja correlación entre la edad biológica/esquelética y la cronológica. Estos autores apuntan que la edad media de varias etapas esqueléticas es el producto del proceso biológico y de la estructura por edades de la población de referencia. Ellos sugirieron que los paleodemógrafos asumían que los cambios con la edad en el esqueleto humano eran constantes en el tiempo. A pesar de todas las publicaciones críticas con el mérito relativo de la Paleodemografía, los estudios demográficos de muestras esqueléticas excavadas continuaron prosperando.

No obstante, los siguientes 15 años los investigadores siguieron enfocando su atención en testar la exactitud y parcialidad de los indicadores de edad usados en investigaciones osteológicas. Los primeros estudios examinaron este problema utilizando muestras de cadáveres de edad conocida, para comprobar la relación entre la edad estimada y la edad

cronológica. Más tarde, con el aumento de la disponibilidad de muestras arqueológicas con individuos documentados, los investigadores fueron capaces de examinar la fiabilidad de los distintos métodos. Durante este periodo, la Paleodemografía vio como los modelos de tablas de vida y el desarrollo de más aproximaciones matemáticas más sofisticadas resurgieron con gran fuerza (Hoppa & Vaupel, 2002). Sin embargo, en los últimos años, la mayoría del debate en torno a la Paleodemografía se ha movido lejos de los temas metodológicos de la reconstrucción de las muestras, para centrarse en conceptos más teóricos de la representatividad de la muestra (Wood et al., 1992).

La escasa representación de los niños y de los adultos más mayores, los dos prejuicios más comúnmente reconocidos en Paleodemografía, han sido el foco de muchas investigaciones (Paine and Harpending, 1998 citado en Hoppa & Vaupel, 2002). Estos mismos autores observaron que una deficiencia en los adultos mayores de 45 años servía para elevar las estimaciones de las tasas brutas de natalidad en un 10-20%. Por otro lado, la baja representación de los niños, hacía decrecer la fertilidad y la tasa bruta de natalidad en un 20-25%. Konigsberg and Frankenberg (1992) demostraron que la estimación de la distribución de las edades no es completamente igual que la de la población de referencia ni completamente independiente de ella (Hoppa & Vaupel, 2002). Además, estos autores y otros pocos (Wood et al. 1992) anticiparon que la dirección de la Paleodemografía en el futuro debía incluir el uso de análisis de riesgo para estimar la estructura de edad de las muestras. Los perfiles de riesgo proporcionan un camino para manejar los rangos de edad asociados con varios métodos, al mismo tiempo que están relacionados con factores tales como el crecimiento de la población. Jackes (2000; citado en Hoppa & Vaupel, 2002) afirma que, dados los problemas de la precisión de los métodos de determinación de la edad, y sabiendo que ninguno de ellos tiene un 100 % de fiabilidad, deberíamos estar comparando los indicadores de las distintas etapas de la distribución de la edad entre poblaciones, más que trasladando éstos a estimaciones de la edad cronológica. Parece claro, después de todo, que el principio central de la Paleodemografía, el análisis con tablas de vida, no debe ser usado.

El campo de la Paleodemografía ha sobrevivido a una serie de batallas en los últimos 25 años. Los debates han continuado con publicaciones tales como “Farewell to Paleodemography”, (Bocquet-Appel and Masset, 1982), “Paleodemography: Resurrection or Ghost?” (Bocquet-Appel and Masset, 1985), “Paleodemography: Not Quite Dead” (Konigsberg y Frankenberg, 1994) y más recientemente “Deconstructing Death in Paleodemography” (Konigsberg y



Frankenberg, 2001) (citados éstos dos últimos en Hoppa & Vaupel, 2002). Peleando contra las críticas desde dentro y fuera de la comunidad antropológica, este campo ha luchado y resistido con el fin de entender mejor la vida humana en el pasado (Hoppa & Vaupel, 2002).

### **Problemas metodológicos.**

Cuando se trabaja sobre poblaciones arqueológicas es necesario, como parte de la descripción de la muestra, realizar un análisis paleodemográfico de la colección (González, 1999), pero el análisis demográfico de las poblaciones humanas del pasado impone diversos retos tanto por su metodología como por su fundamentación teórica (Ortega, 2003). Una de las primeras tareas a realizar en cualquier estudio de poblaciones del pasado es estimar la edad a la que murieron los individuos que la forman. Para estudiar cualquier fenómeno que dependa de la edad (Paleodemografía, crecimiento y desarrollo, involución senil, ciclo vital, etc.) es necesario calcular la edad de muerte de cada uno de los sujetos de la población. La estimación de la edad de muerte de un individuo es uno de los grandes problemas metodológicos a los que se enfrenta la investigación en osteología, Paleoantropología y Antropología forense. Hay multitud de métodos para calcularla a partir de restos óseos, ninguno carente de problemas de aplicación (González, 1999).

En términos generales, la cultura material arqueológica aún no está capacitada para refinar una cronología en unidades convenientemente precisas y acuciosas, por lo que se suelen manejar unidades de tiempo demasiado amplias y poco precisas como para poder estimar perfiles paleodemográficos; es más, en la mayoría de los casos el área de ocupación y la contemporaneidad ocupacional no se delimitan con certeza; esta deficiencia se presenta en forma todavía más crítica en los sitios multiocupacionales, donde resulta de extrema dificultad, sino imposible, identificar diversos modos de ocupación humana, sobre todo en las sociedades más complejas; mayores esfuerzos implica el establecer una visión clara acerca de las tasas de mortalidad, natalidad y migración, como parte de la demografía en tiempos remotos, porque comúnmente se aplican cifras obtenidas de datos etnográficos o históricos (Sugiura, 2005).

Como se ha adelantado anteriormente, mientras que los métodos de determinación del sexo aplicados a esqueletos adultos suficientemente preservados podrían proporcionar una precisión mayor del 90 % (St Hoyme y Iscan, 1989 citado en Hoppa & Vaupel, 2002), la determinación de la edad todavía permanece como uno de los más difíciles retos de la metodología previa a la Paleodemografía. Los críticos de esta disciplina exponen además

que, si bien es cierto que la estimación de edad de muerte de los individuos subadultos es bastante exacta, la de los adultos es más bien imprecisa (Boquet-Appel y Masset, 1982), por lo que en forma resumida exponen tres enjuiciamientos acerca de la estimación de la edad en poblaciones pasadas: 1) se tiende a replicar la estructura por edades de la serie de referencia; 2) existe un registro menor de personas mayores de 50 años debido a la metodología empleada, y 3) una vez estimada la edad, el método tradicional de asignar individuos a grupos de edades produce estimaciones desviadas de la estructura real por edades (Boquet-Appel y Masset, 1982 y 1985).

Como ya se ha citado en el apartado anterior, además, los términos de edad biológica y edad cronológica, no son sinónimos. Pero el mayor problema es que la preservación del esqueleto es un factor seriamente limitante y fuera del posible control del investigador. Además, el problema del error del observador y la subjetividad de los métodos reduce la fiabilidad de los mismos (Hoppa & Vaupel, 2002). Atendiendo a la variación intraindividual, existe una marcada asimetría bilateral en los marcadores de edad. Este hecho está documentado en superficie auricular (Moore-Jansen y Jantz, 1986 citado en Hoppa & Vaupel, 2002) y en cierre de suturas ectocraneales (Kemkes-Grottenthaler, 1996 citado en Hoppa & Vaupel, 2002) que muestra que la parte izquierda fusiona con mayor lentitud.

Las tablas de vida han sido la herramienta fundamental en la Paleodemografía tradicional durante años, pero este método está abierto a las críticas en varios puntos (Hoppa & Vaupel, 2002):

- 1) Los estudios paleodemográficos no producen el tipo de datos necesarios para configurar una tabla de vida.
- 2) Este tipo de estudios asumen que la población de estudio es “estacionaria”, es decir, que la población está cerrada a la migración y tiene una tasa de incremento igual a cero, que la mortalidad y la fertilidad no cambian con el tiempo y que existe un equilibrio en la distribución de las edades inducido por estas tasas de nacimientos y muertes específicas (Lotka, 1922; citado por Hoppa & Vaupel, 2002).
- 3) El uso de intervalos fijos de edad en las tablas de vida implica que las edades de la muestra se conocen con el mismo margen de error.
- 4) Quizás el más importante; las tablas de vida son una vía “poco económica” para usar las muestras típicas en los estudios paleodemográficos, las cuales tienen normalmente del orden de unas pocas decenas o como mucho, algunos cientos de esqueletos.

Mientras los temas metodológicos relacionados con la determinación de la edad y la representatividad de las muestras permanecen como la primera fuente de discordia en las investigaciones, enfoques actuales para entender la estructura demográfica de las poblaciones pasadas han empezado a aflorar (Hoppa & Vaupel, 2002).

## **OBJETIVOS**

- ❖ Estudiar la edad y el sexo de toda la colección de los restos recuperados de la Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo) con el objetivo de poder obtener conclusiones sobre la dinámica poblacional y los parámetros paleodemográficos.
- ❖ Analizar los resultados obtenidos por diferentes métodos de determinación de la edad y el sexo para su posterior comparación respecto a su variabilidad, fiabilidad y objetividad, valorando la influencia de la metodología utilizada en los resultados.
- ❖ Calcular algunos parámetros demográficos sobre la colección estudiada, para aportar datos relativos a la dinámica poblacional a los equipos encargados de la investigación histórica.
- ❖ Proponer nuevos métodos de aproximación a la demografía de las poblaciones antiguas, para valorar su aplicabilidad y su precisión

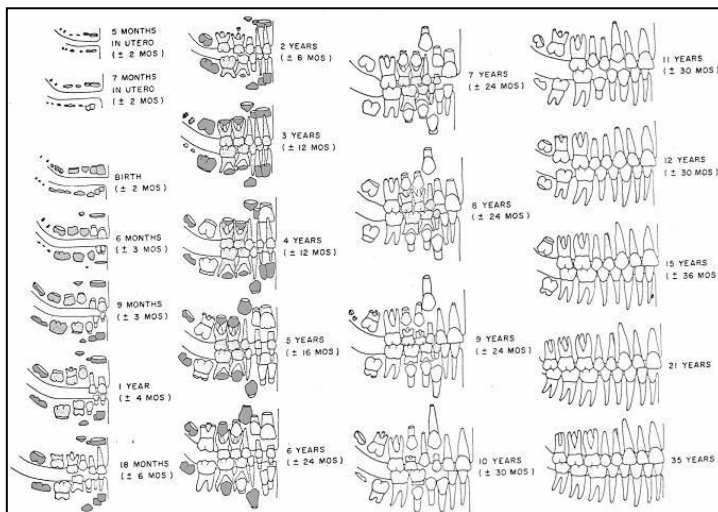
## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Como se ha adelantado en la introducción, el material óseo proviene de la Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo, 999). El traslado del material, perteneciente a 160 enterramientos, excavados entre 2006 y 2008, al Laboratorio de Poblaciones del Pasado de la UAM, tuvo lugar el 27 de marzo del 2008. En el mes de mayo se comenzó la limpieza del material, duplicado de etiquetas (evitando su deterioro y consecuente pérdida de información arqueológica), separación de fauna, material arqueológico y costillas (para posibles análisis químico o moleculares futuros). Posteriormente, se ha procedido a su reconstrucción, encaminada a permitir una mejor observación y posibilitar la toma de medidas necesarias para el estudio osteométrico. Después se hizo un inventario preliminar, que nos permitió observar que en ningún caso se trataba de los restos de un solo individuo completo, sino que, en la mayor parte de las ocasiones, se trataba de osarios o conjuntos de huesos de varios individuos, hallazgo que condicionó el siguiente paso del estudio: determinar el Número Mínimo de Individuos (NMI) exhumados. Para ello, se elaboraron unas fichas de laboratorio *ad hoc*, escogiendo para su cómputo segmentos óseos de fácil identificación y, resistentes a los procesos de fragmentación. Teniendo en cuenta la lateralidad y las compatibilidades de

maduración ósea, y tras otro inventario más exhaustivo (en fichas informatizadas) se han contabilizado finalmente 529 individuos, de entre los cuales 200 son subadultos.

## ESTIMACIÓN DE LA EDAD

La tasa de mala clasificación perteneciente a los individuos subadultos es muy baja, debido a que la estimación de la edad está basada en un proceso biológico (el crecimiento y desarrollo) que tiene lugar dentro de un periodo de tiempo comparativamente corto (Bocquet-Appel y Masset, 1982). Para estimar la edad de los individuos subadultos se ha recurrido a la tabla de erupción dental que propuso Ubelaker (1978), en la cual se establecen 21 grupos de edad entre los 5±2 meses en el útero y los 35 años. Este método es el más utilizado, aunque sus



**Figura 2.** Esquema de la erupción dental propuesto por Ubelaker (1978).

rangos de edad entre grupos se solapan ampliamente.

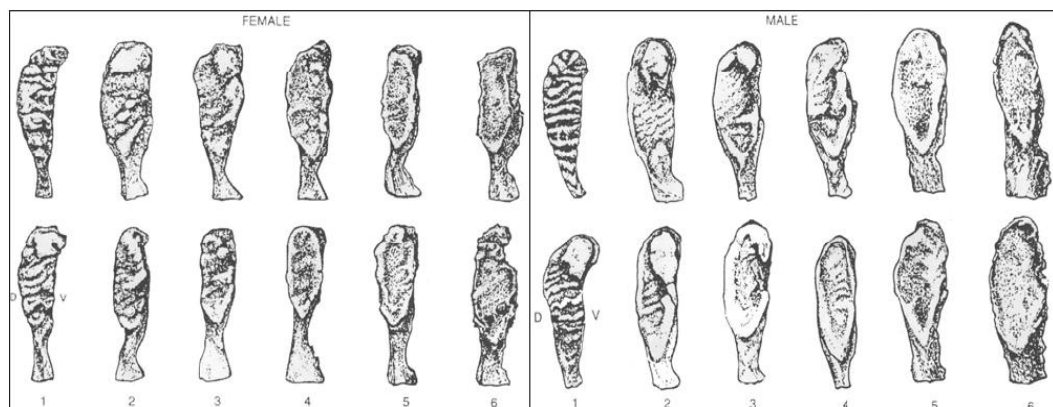
En los individuos subadultos en los cuales no se ha conservado la dentición, se ha intentado incluirlos en un intervalo de edad de 5 años mediante la observación del tamaño y la fusión de epífisis en los huesos largos siguiendo las indicaciones de Scheuer & Black, 2000.

En la estimación de la edad de los individuos adultos se ha propuesto la utilización de varios métodos dependiendo de los fragmentos conservados del individuo. En algunos individuos se ha podido estimar la edad por varios métodos a la vez, lo que servirá para establecer comparaciones posteriormente.

En primer lugar se procedió a estimar la edad por la morfología de la sínfisis púbica (Brooks y Suchey, 1990). Previamente era necesario el conocimiento del sexo del individuo. Cuando esto no era posible, se observaban las características más similares a las descritas. A continuación se describen las distintas categorías morfológicas para la estimación de la edad fundamentado en la morfología de la faceta sinfisial de 1225 huesos púbicos examinados en autopsias en Los Ángeles, California, EEUU, entre los que hay 739 masculinos (84%) y 273

femeninos, con un rango de edad entre 14 y 99 años, procedentes de diferentes orígenes y estratos sociales (Brooks y Suchey, 1990).

- **Fase I:** la superficie púbica se presenta como crestas y surcos que se extienden hasta incluir el tubérculo púbico. La clave para diferenciar esta fase es la ausencia de delimitación en ambos extremos (superior e inferior).
- **Fase II:** aún pueden presentarse crestas y comienza la delimitación de las extremidades, con o sin nódulo de osificación.
- **Fase III:** la superficie de la sínfisis muestra el contorno inferior y la rampa ventral en proceso de completarse. A la vez pueden estar fusionándose nódulos que darán lugar al contorno superior y a lo largo del borde ventral.
- **Fase IV:** la cara sinfisial presenta habitualmente una granulosidad fina aunque pueden persistir residuos de antiguas crestas y surcos. Normalmente se completa el contorno oval, pero puede observarse una discontinuidad a nivel del borde ventral superior. El tubérculo púbico está completamente separado de la cara sinfisial.



**Figura 3:** Detalle de las seis fases de Brooks y Suchey, con sus estados inicial (fila superior) y final (fila inferior) para mujeres (izquierda) y hombres (derecha) (Brooks y Suchey, 1990).

- **Fase V:** la superficie de la sínfisis está completamente bordeada con alguna leve depresión. La labiación es moderada y generalmente se localiza en el borde dorsal.
- **Fase VI:** la cara sinfisial puede exhibir depresiones en la medida que se erosiona el reborde. Las inserciones ligamentosas ventrales son marcadas. La superficie puede estar porosa y la morfología ser frecuentemente irregular.

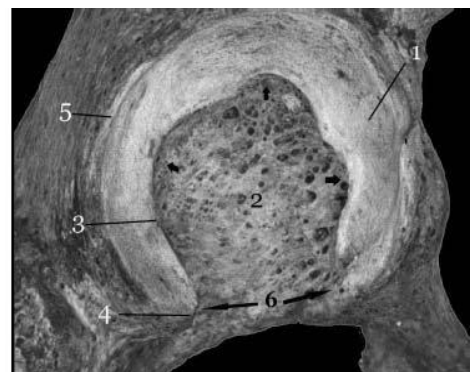
Una vez asignada una fase de las anteriores, se determina la correspondencia con un rango de edad concreto.

En el siguiente método de determinación de la edad nos basamos en los cambios morfológicos de la superficie auricular del ilion (Buckberry y Chamberlain, 2002). Para la correcta

aplicación de este método, basado en uno publicado anteriormente por Lovejoy et al. en 1985, nos fijamos en cinco variables, asignándoles distintos estados morfológicos:

- **Organización transversal:** orientación horizontal de crestas y estrías que recorren la superficie desde el margen medial hasta el lateral de la superficie auricular (Lovejoy et al., 1985). Se cuantifica la proporción aproximada de la superficie que está organizada con esta disposición.
- **Textura de la superficie:** en edades tempranas está finamente granulada, volviéndose progresivamente más densa. Se vuelve a cuantificar el porcentaje de superficie con una u otra textura.
- **Microporosidad:** se cuantifica la porosidad con un diámetro < 1mm y su presencia en una o ambas semicaras.
- **Macroporosidad:** los orificios son mayores de 1 mm en este caso y se cuantifica de igual modo que en el caso anterior. No se debe confundir con defectos corticales que se presenten a cualquier edad.
- **Cambios en el ápice:** pueden desarrollarse con la edad rebordes osteofíticos que pueden alterar el contorno del ápice.

Tras la observación de los coxales, se le otorga una puntuación y se le asigna un rango de edad de igual manera que en otros métodos. El siguiente método se basa en el cambio progresivo de la zona del acetábulo (Rissech, 2006). El trabajo citado se centra en la observación de 7 zonas diagnósticas que sufren cambios con la edad.



**Figura 4.** Detalle del acetábulo (1: Superficie lunar. 2: Fosa acetabular. 3: Borde externo de la fosa. 4: Ápice. 5: Surco alrededor del acetábulo. 6: Cuello acetabular) (Rissech, 2006).

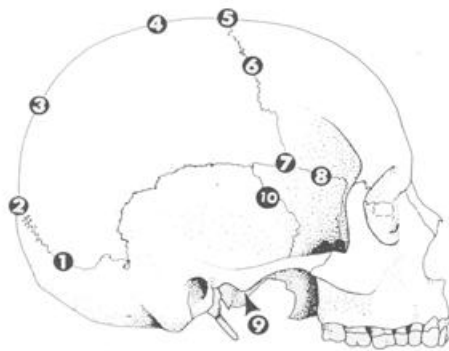
- Surco acetabular.
- Forma del borde acetabular.
- Porosidad del borde acetabular.
- Actividad en el ápice.
- Actividad en el borde externo de la fosa acetabular.
- Actividad en la fosa acetabular.
- Porosidad en la fosa acetabular.

Como en métodos anteriores, se procede a la asignación de una edad dependiendo del conjunto de los estados de las zonas anteriores.

Otro método a tener en cuenta es la morfología de la primera costilla (DiGangi, 2008). Según el artículo, basado en uno publicado anteriormente por Kunos en 1999, estimamos la edad por los cambios morfológicos sufridos en:

- La superficie costal que va desde estrecha, oval y con surcos en edades tempranas hasta una superficie completamente irregular cuando avanza la edad.
- La faceta tubercular, que comienza siendo de hueso denso y superficie lisa y termina con gran porosidad a edades tardías.

El siguiente método a aplicar se basa en la observación del grado de sinostosis de las suturas craneales (Meindl y Lovejoy, 1985).



**Figura 5:** Localización de los puntos craneométricos (Meindl y Lovejoy, 1985).

La fusión de los huesos del cráneo es progresiva entre los 25 y los 60 años de edad. Se observaron los 10 puntos craneométricos que se muestran en la imagen, asignándole a cada uno de ellos un grado de cierre del 0 al 4. En todos los casos sólo fue aplicable el método en la bóveda craneal (los primeros 7 puntos craneométricos), no siendo posible basarnos en la zona lateroanterior, más fiable en edades tardías.

Los puntos fueron observados en el lado craneal disponible, de acuerdo a la preservación de los restos; si se conservaban los dos, se usó el lado izquierdo en los puntos bilaterales. Como con los métodos anteriores, los valores son traducidos a un intervalo de edad para cada individuo.

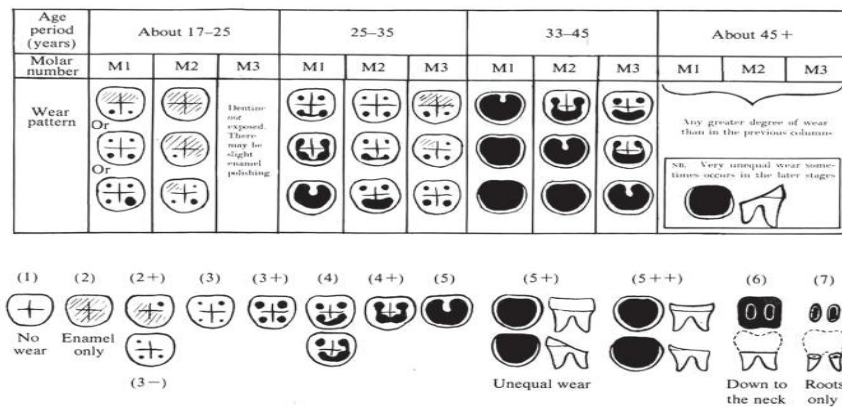
Por último, se determinó la edad a través del patrón de desgaste de los molares según Brothwell (1989). El desgaste de los dientes depende fuertemente de la dieta y la forma de preparación de los alimentos de la población analizada. Además, reflejan formas típicas e individuales de masticación y dureza diferentes del esmalte en el perfil del desgaste (Krenzer, 2006). A pesar de lo dicho anteriormente, se utilizó debido a su alto porcentaje de aplicación.

## DETERMINACIÓN DEL SEXO

Se procede a determinar el sexo en los individuos adultos, dejando de lado a los infantiles, ya que como explica Bass (1971), hay un problema teórico importante, pues no es posible basar una determinación en características cuyo desarrollo comienza posteriormente. Según esto, ningún carácter adulto sería necesariamente válido antes de la adolescencia (González, 1999).

Para la determinación del sexo se utilizó en primera instancia el sistema propuesto por el “Workshop of European Anthropologists” (W.E.A.) (Ferembach et al., 1980), que utiliza zonas diagnósticas del coxal, cráneo o mandíbula, abriendo ampliamente el rango de posibilidades y minimizando el número de individuos no determinables. Se le asignó a cada zona un valor que se multiplicó por un peso determinado, de acuerdo con su importancia en la determinación del sexo del individuo. Así:

\*[ < - 5 ] : Femenino                      \*[-5 / 5]: Alofiso                      \* [ > 5 ] : Masculino



**Figura 6.** Esquema para la determinación de la edad a partir del desgaste dental (Brothwell, 1989).

A continuación se determinó el sexo por otros dos métodos para poder realizar comparaciones posteriormente, aunque se pudieron usar en muchos menos individuos por la mala preservación de los restos estudiados. Para los dos métodos se necesitaba una buena conservación de los coxales, ya que la pelvis proporciona la información más fiable de cara a la determinación del sexo, y es probable que pueda alcanzarse hasta 96% de exactitud en la identificación diferencial. En la adolescencia la pelvis femenina se ensancha como una medida de preparación para el parto, alterando la forma y el tamaño de muchas de sus partes, convirtiendo la cintura pélvica en un indicador fidedigno del sexo al finalizar la metamorfosis (Krenzer, 2006).

Por un lado se utilizó el método propuesto por Bruzek basado en el análisis de una población de 402 individuos de sexo y edad conocidos, donde se estudian cinco caracteres del coxal, con una correcta diagnosis sexual en el 95% de los casos, un error del 2% y un 3% de casos donde no ha sido posible hacer una determinación (Bruzek, 2002). Se analizaron las cinco zonas diagnósticas que propone el método:

- \* Surco preauricular.
- \* Escotadura ciática mayor.
- \* Arco compuesto.



\* Borde inferior.

\* Proporción isquiopúbica.

A partir de su observación, no siendo necesario tener el coxal completo, se establecen valores femeninos, masculinos o alofisos y se asigna al individuo el sexo que más puntuación obtenga.

El otro método aplicado es el denominado DSP (Diagnose Sexuelle Probabiliste) que trabaja con una base de datos de medidas de coxales de todo el mundo (2040 individuos adultos de sexo conocido de 12 poblaciones de referencia distintas). El sexo es determinado a través de la comparación de las medidas de un determinado coxal con las medidas almacenadas en la base de datos. Así, introduciendo las medidas en un programa informático se calcula la probabilidad de ser femenino o masculino desde cualquier combinación de variables con el único requisito de que al menos sean 4 de las 10 que proporciona el método. Es un método muy fácilmente aplicable a coxales bien conservados aunque no estén completos y su fiabilidad está cerca del 100 % (Murail, 2005). Parece ser más objetivo que los anteriores ya que su metodología no es de visu, sino que se precisa la osteometría, donde la subjetividad tiene menos sentido y se minimiza el error intraobservador.

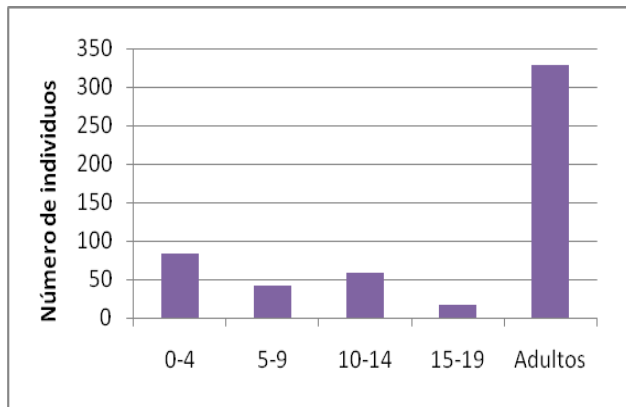
Estimadores paleodemográficos: Los cálculos se basan en el llamado Índice de Juventud (IJ), resultado de dividir el número de individuos de entre 5 y 14 años entre el número total de adultos:  $IJ = D(5 - 14) / D(20 - \infty)$ . Con este método, propuesto por Bocquet-Appel & Masset (1977), resolvemos dos problemas fundamentales que se nos presentan a la hora de realizar este tipo de estudios: 1) La estimación de la edad en adultos, ya que este método incluye a todos los mayores de 20 años en un único grupo y 2) no se tiene en cuenta el grupo de edad [0-4] años, ya que por su fragilidad y baja preservación, es muy susceptible de no ser una muestra representativa de la población original.

No es posible eliminar, en cambio, otros problemas citados por los propios autores, como la representatividad de la muestra y la importancia de disponer de tamaños poblacionales lo mayores posible (González, 1999).

Tablas de vida: Como se dijo en la introducción, las tablas de vida han constituido la manera más utilizada de análisis de la mortalidad a lo largo de la historia de la Paleodemografía. Se estudian en ellas los números de individuos de cada grupo de edad de cinco en cinco años de amplitud, calculando distintos parámetros demográficos (probabilidad de muerte, número de supervivientes, esperanza de vida, etc.) por grupo de edad (González, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se determinó el NMI (Número Mínimo de Individuos) de la colección de restos óseos recuperados de la Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo) en **529 individuos** (329

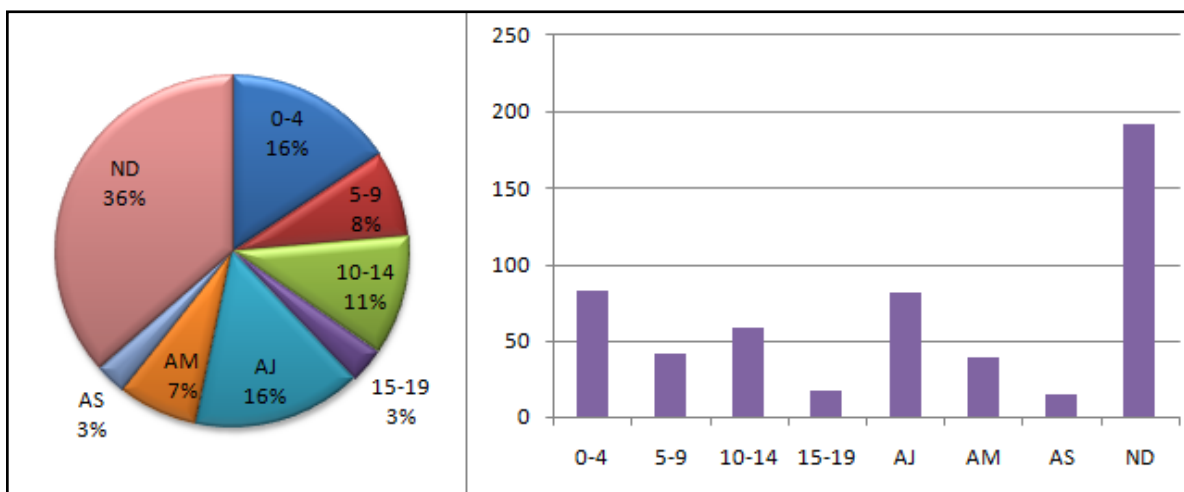


**Figura 7: Demografía de la Mezquita del Cristo de la Luz.**

adultos y 200 subadultos (menores de 20 años))(Fig.7). En un intento de precisar más la edad de los adultos, que como se indicaba anteriormente, tiene muchas complicaciones metodológicas, se adelanta otro esquema más detallado (Fig.8).

Se observa una predominancia de los adultos no determinables; es decir, un 58,7% de todos los adultos no pueden ser clasificados en ningún rango de edad

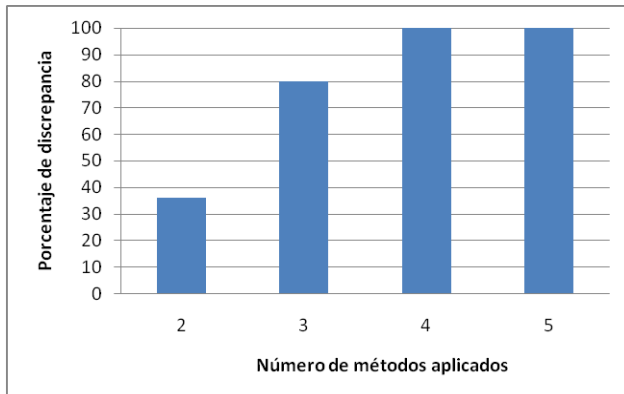
debido a su falta de rasgos diagnósticos por su mala preservación. Se destaca este alto porcentaje (más de la mitad de los adultos), que se interpreta que es debido a la gran fragmentación de la colección y consecuente falta de precisión a la hora de maximizar la información obtenida.



**Figura 8: Demografía (gráfico circular y de barras) de los grupos de (0-4), (5-9), (10-14), (15-19), adultos jóvenes (AJ), maduros (AM), seniles(AS) e indeterminables (ND).**

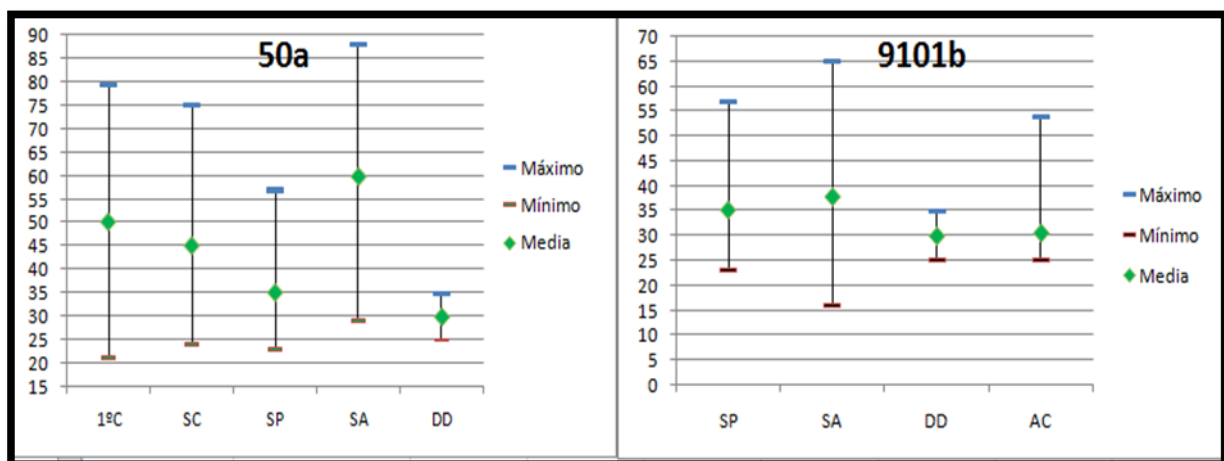
Al intentar incluir a cada individuo adulto en grupos de 5 años de edad, como en el caso de los subadultos, se encuentran, como era de esperar, infinidad de problemas. Usando rangos de edad más estrechos, la determinación de la edad de muchos individuos podría ser incorrecta (Buckberry & Chamberlain, 2002). En primer lugar, se observan mayores grados de incertidumbre cuando se aumenta el número de métodos aplicados a un mismo individuo (Fig.9). El porcentaje de discrepancia en los grupos de 0 y 1 métodos aplicados es cero, ya

que este parámetro no tiene sentido si no existe la comparación. Por esta causa no son representados en el gráfico. Así, se observa cómo los métodos de determinación de la edad no son concordantes, no convergen en los mismos resultados. Este dato nos indica que la capacidad de discriminación entre cohortes y por lo tanto, la demografía de la población,



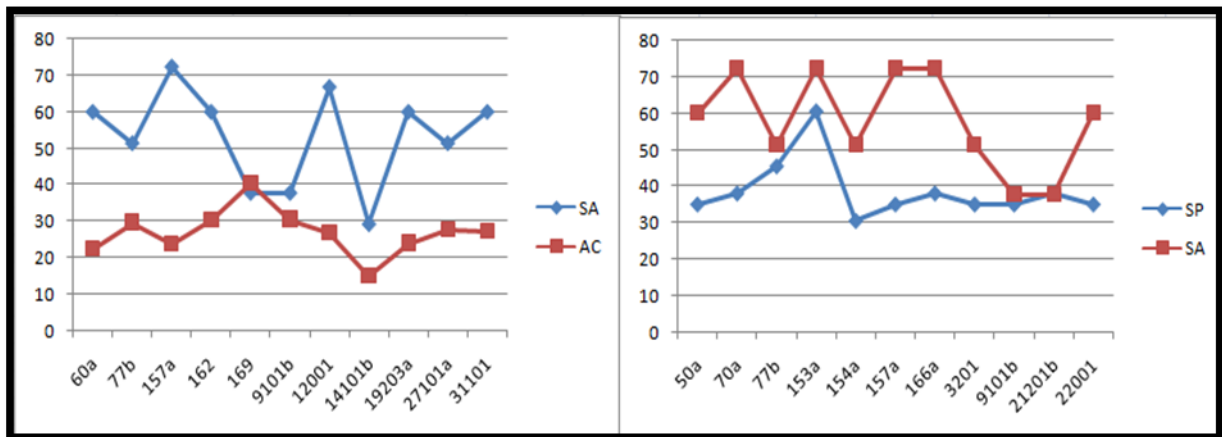
**Figura 9:** Porcentaje de discrepancia con respecto al número de métodos empleados para determinar la edad de los adultos.

depende directamente de la capacidad de discriminación de los métodos utilizados. Como ejemplo de las discrepancias entre los distintos métodos, se muestran los resultados para el individuo 50a, al que se han podido aplicar cinco métodos de estimación de la edad, caso único en la colección (Fig.10) y uno de los tres individuos a los que es posible aplicar cuatro, el 9101b (Fig.10).



**Figura 10:** Variabilidad en la determinación de la edad del individuo 50a según el método aplicado (1° costilla, suturas craneales, sínfisis púbica, superficie auricular y desgaste dental) y 9101b (sínfisis púbica, superficie auricular, desgaste dental y acetábulo).

En los casos discrepantes como este, se ha asignado al individuo 50a al grupo de 5 años de edad en el que se encuentren la mayor parte de las medias de los métodos empleados; en este caso, al grupo de [45-49] años. Para el 9101b, ha quedado dentro del intervalo [30-34] siguiendo el mismo procedimiento antes citado. Debido a la variabilidad observada en los resultados según el método de determinación de la edad empleado, se analizan éstos para comparar las diferencias. En la Figura 11, se comparan todos los individuos a los que se les han podido aplicar los métodos de superficie auricular y acetábulo conjuntamente por un lado; por el otro, los que se les ha podido aplicar superficie auricular y sínfisis púbica.

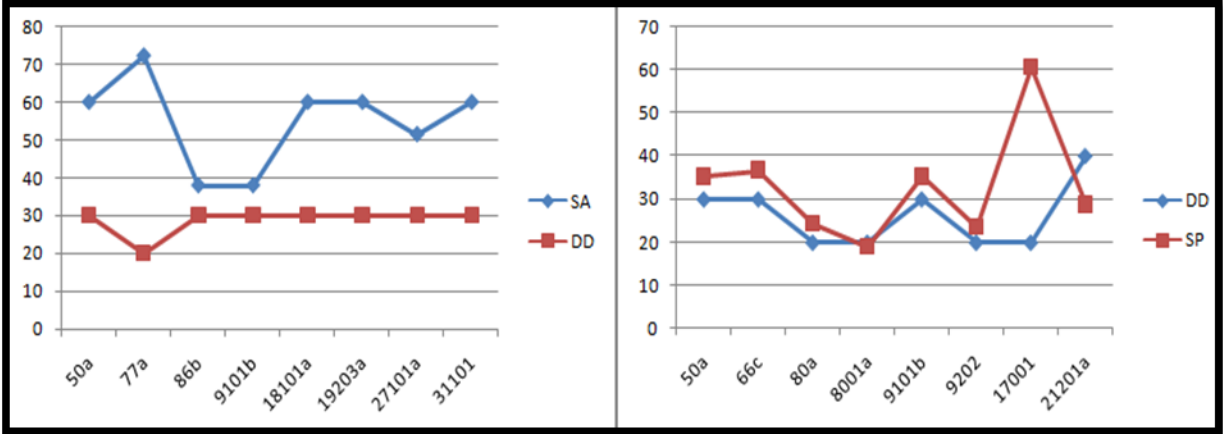


**Figura 11:** Comparación de los métodos de a) superficie auricular (SA) y acetábulo (AC) y b) superficie auricular y sínfisis púbica (SP) en los individuos que se les ha podido aplicar los dos métodos conjuntamente.

Se comprueba cómo, excepto en el caso del individuo 169, las edades resultantes del método del acetábulo son siempre inferiores a las de la superficie auricular del coxal (Fig.11a). Esta metodología puede llevar, en el caso de aplicar solamente un método, al rejuvenecimiento de la población o todo lo contrario, ya que pueden apreciarse unas diferencias de hasta 48 años, como en el caso del individuo 157a (Fig. 11a). También podemos concluir, a partir de la Figura 11, que el método de la superficie auricular eleva siempre la edad de muerte de los individuos (como también ratifica la Figura 12a). Por otro lado, se observa que los métodos de sínfisis púbica, acetábulo y desgaste dental siempre proporcionan estimaciones inferiores que los demás métodos aplicados (Figs.11 y 12); además, sus edades medias finales son similares (Fig. 12b).

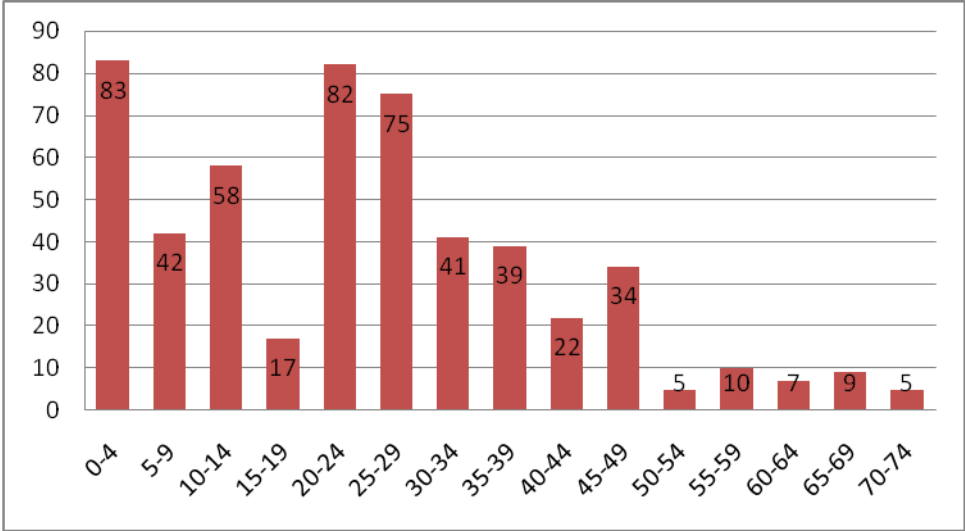
Con la intención de solucionar las discrepancias entre los métodos que utilizaban la pelvis, se ha calculado la media entre las medias de edad obtenidas por cada método. En otros casos, se le ha asignado el grupo de edad donde estuviera incluido un mayor porcentaje de las medias de los métodos, como el caso del individuo 50a. En algunos otros, han prevalecido algunos métodos respecto a otros teniendo conocimientos de la bibliografía de la distinta fiabilidad de todos ellos. Para incluir los 193 individuos adultos de edad sin determinar en los cálculos, a semejanza de González (1999), se ha supuesto que pertenecerán a los grupos de edad en la misma proporción que aquellos para los que si ha sido posible estimar una edad; por ejemplo 25% individuos [20-24] (48 ind. de los 193); 11,8% individuos [35-39] (23 ind. del total de los 193) o 2,2% individuos [60-64] (4 ind. de los 193). Siguiendo este criterio, pueden sobreestimarse determinadas clases de edad como las que ya eran mayoritarias, y subestimarse el resto; es decir, pueden agrandarse las diferencias entre las diferentes cohortes.

Esta última decisión puede ser discutible ya que quizás que esos 193 adultos no determinables pertenecieran, por ejemplo, a clases de edad más avanzada, siendo sus huesos más frágiles y minimizando su conservación y posterior aplicación de los distintos métodos. Esta es sólo una de las infinitas posibilidades, que aunque posibles, no pueden ser aplicadas a esta colección.



**Figura 12:** Comparación de los métodos de a) superficie auricular(SA) y desgaste dental (DD) y b) desgaste dental y sínfisis púbica (SP) en los individuos que se les ha podido aplicar los dos métodos conjuntamente.

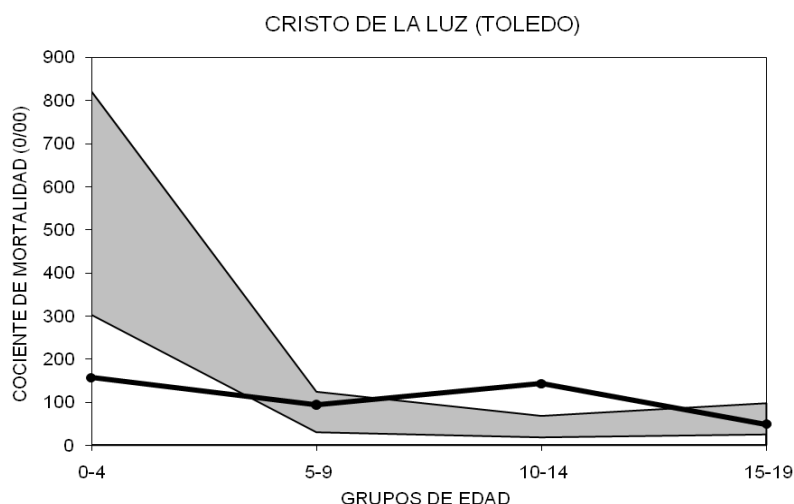
Tras todas estas incidencias, se ha clasificado a todos los individuos en un rango de edad de 5 en 5 años, a pesar de las limitaciones ya explicadas, como muestra la Figura 13. Con estos datos, construimos la tabla de vida de la Mezquita del Cristo de la Luz (Tabla 1).



**Figura 13:** Demografía de la población total de la Mezquita del Cristo de la Luz.

En la Figura 13 se observa la predominancia de los grupos de edad [0-4], [20-24] y [25-29] y la baja representación de individuos mayores de 50 años y de individuos de [15-19] años. El perfil demográfico típico de estas poblaciones pretéritas suele ser en “U”, es decir, se caracteriza por la subrepresentación de los adultos reproductores y la sobrerrepresentación de los individuos muy jóvenes y más seniles. En la Figura 13 se observa como nuestra población

no cumple estos requisitos: tenemos demasiada representación del grupo [10-14] y de los grupos [20-24] y [25-29]. Este hecho puede ser debido a la metodología de estimación de la edad empleada. En el primer caso, y cuando no se tenían restos para analizar la erupción dental ni la fusión de las epífisis de los huesos largos, se estimó la edad en base al tamaño. Sabiendo que éste es tremendamente variable, puede que esa elevada representación sea solo un artefacto. En el segundo caso, y sabiendo la inexactitud de los métodos de edad en los adultos, puede que esos individuos hayan sido rejuvenecidos, restando abundancia a los individuos de más edad. En todo este proceso debe tenerse en cuenta, además, el error intraobservador ya que los métodos son subjetivos y requieren experiencia del investigador. A continuación y para comparar nuestra población con el perfil de mortalidad arcaica, se representa la tendencia del cociente de mortalidad de nuestra serie, en los cuatro primeros grupos de edad, frente al intervalo de confianza de los cocientes de mortalidad de las tablas de mortalidad histórica de Ledermann (1969; citado en González, 1999), para esperanzas de vida entre 25 y 35 años (Fig.14).



**Figura 14:** Cociente de mortalidad calculado para la población del Cristo de la Luz (línea negra), comparado con los intervalos de confianza del mismo parámetro, obtenidos de las tablas de mortalidad histórica de Ledermann (1969), para esperanzas de vida entre 25 y 35 años.

La Figura 14 muestra como el grupo [0-4] queda por debajo del rango de variabilidad de Ledermann, mientras que el grupo [10-14] se sitúa por encima. Se ha comprobado, aunque no se muestra por falta de espacio, que si se eleva el número de perinatales en unos 100 individuos como mínimo, entonces la curva entraría a formar parte del rango de variabilidad antes citado (a excepción del grupo [10-14]). Estos resultados, que no se ajustan a lo esperado, determinan los parámetros y el perfil demográfico de nuestra población.

La tabla de vida muestra una esperanza de vida al nacer de 24,67 años. Se trata de una esperanza de vida relativamente alta para una población arqueológica, aunque sobre este particular es necesario hacer una puntualización. La estimación del Número Mínimo de Individuos (NMI) infantiles y juveniles puede haber subestimado el número real de individuos. Siendo así, y conociendo que este parámetro está muy influenciado por los primeros grupos de edad, se puede pensar que se trataría de una “ $e_0$  máxima” (González, 1999).

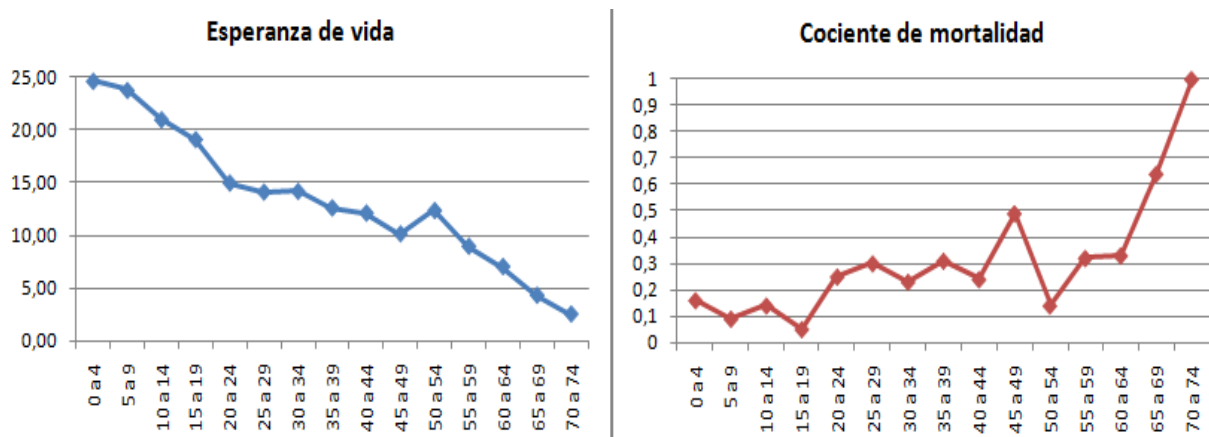
CLASE	D(x)	d(x)	l(x)	q(x)	L(x)	T(x)	$e_0(x)$
0 a 4	83	15,69	100	0,16	460,78	2467,39	24,67
5 a 9	42	7,94	84,31	0,09	401,70	2006,62	23,80
10 a 14	58	10,96	76,37	0,14	354,44	1604,91	21,01
15 a 19	17	3,21	65,41	0,05	319,00	1250,47	19,12
20 a 24	82	15,50	62,19	0,25	272,21	931,47	14,98
25 a 29	75	14,18	46,69	0,30	198,02	659,26	14,12
30 a 34	39	7,37	32,51	0,23	144,14	461,25	14,19
35 a 39	41	7,75	25,14	0,31	106,33	317,11	12,61
40 a 44	22	4,16	17,39	0,24	76,56	210,78	12,12
45 a 49	34	6,43	13,23	0,49	50,09	134,22	10,14
50 a 54	5	0,95	6,81	0,14	31,66	84,12	12,36
55 a 59	10	1,89	5,86	0,32	24,57	52,46	8,95
60 a 64	7	1,32	3,97	0,33	16,54	27,88	7,02
65 a 69	9	1,70	2,65	0,64	8,98	11,34	4,29
70 a 74	5	0,95	0,95	1	2,36	2,36	2,50
TOTAL	529	100					

**Tabla 1:** Tabla de vida de la población recuperada de la Mezquita del Cristo de la Luz. Definición de los parámetros calculados:

- D(x).- Número de muertos: Número de esqueletos en la muestra cuya edad de muerte estimada está dentro de los límites de la clase de edad.
- d(x).- Porcentaje de muertos: Porcentaje de los muertos de la población total incluido en la clase de edad
- l(x).- Porcentaje de supervivientes: Porcentaje de la población que continúa viva al principio de la clase de edad.
- q(x).- Probabilidad de muerte: Tasa de mortalidad de los individuos de grupo de edad. Cociente entre el porcentaje de muertos en ese grupo de edad (d(x)) y el número de supervivientes en el mismo grupo (l(x)).
- L(x).- Número de años vividos: Número de años vividos por todos los individuos en dicha clase de edad.
- T(x).- Número de años por vivir: Número de años por vivir por todos los individuos a partir de la clase de edad.
- $e_0(x)$ .- Esperanza de vida: Media de edad que espera vivir un individuo de la clase de edad.

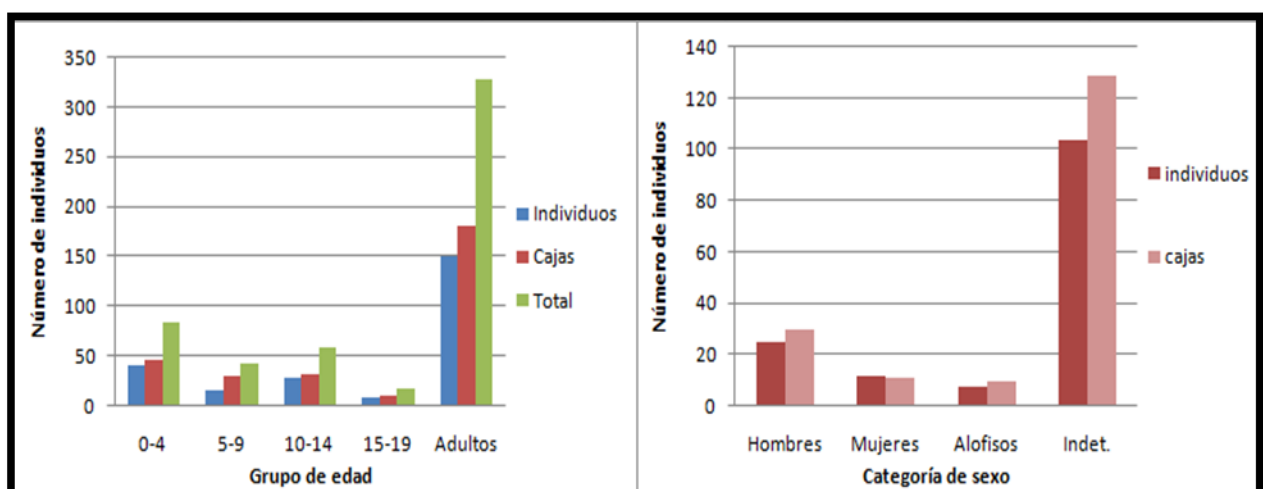
A modo de comparación, la esperanza de vida de la población medieval (Murcia, s. XI a XIII) de la Maqbara San Nicolás (González, 1999) es de 26,59, resultado que no difiere mucho del calculado para la población analizada. A raíz de la tabla de vida, se construye la Figura 15, con el desarrollo de la esperanza de vida y el cociente de mortalidad a lo largo de los rangos de edad. La esperanza de vida decrece progresivamente a lo largo de todos los rangos de edad a excepción del grupo [50-54]. Aunque hay una bajada grande desde [5-9] a [10-14], el descenso más acusado se produce entre los grupos de edad [15-19] y [20-24], que justamente

coincide con el límite metodológico para el cual las edades son precisas y los que no. Esta bajada tan brusca puede deberse a procesos relacionados con la reproducción y coincide exactamente con una patente subida del cociente de mortalidad. Volviendo a lo antes citado, se observa un pico atípico en [50-54], que coincide con valores irregulares en el cociente de mortalidad. Esto puede deberse al pequeño tamaño de la población, que no parece ser el caso, o a la falta de precisión de los métodos de estimación de la edad en adultos, ya comentado.



**Figura 15:** Evolución de la esperanza de vida y cociente de mortalidad de la Mezquita del Cristo de la Luz.

En un intento de entender mejor el yacimiento desde un punto de vista arqueológico, se han llevado a cabo una serie de subdivisiones de la población total atendiendo a la disponibilidad de información arqueológica, dividiéndose en “individuos” (correctamente contextualizados) y lo que se ha denominado “cajas” (sin contexto arqueológico). Se muestra un gráfico de la demografía de individuos y cajas para comparar la representatividad de cada grupo y de los individuos sexados para cada uno (Fig.16).

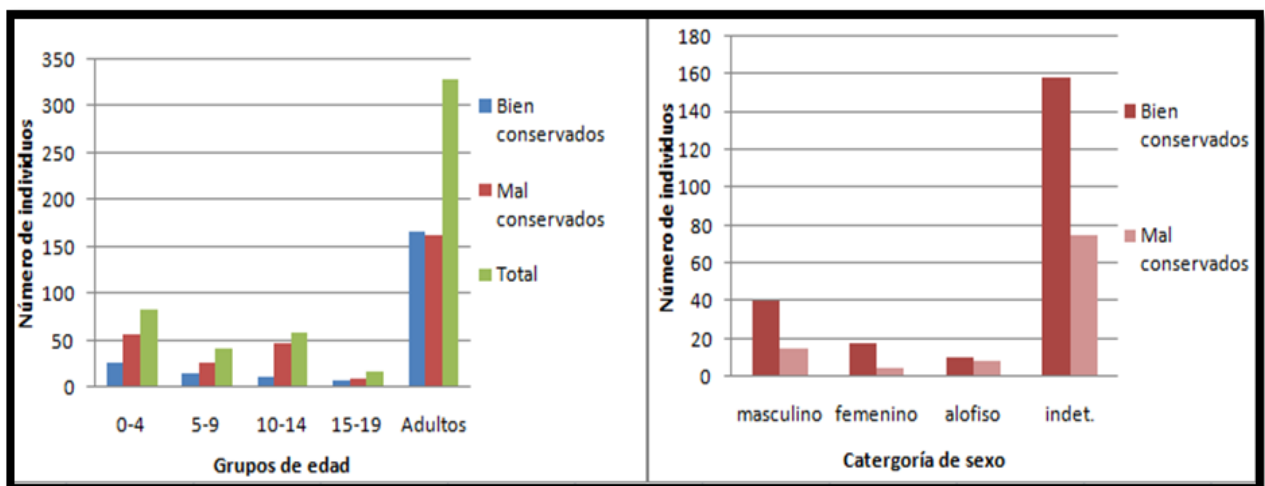


**Figura 16:** Demografía y sexado de los grupos denominados: “individuos” y “cajas”.



Se observa (Fig.16) como el perfil demográfico y el sexo de los individuos es muy paralelo en ambas subpoblaciones (a excepción del grupo [5-9]), por lo que podría recomendarse trabajar únicamente con el grupo de los individuos ya que son ellos exclusivamente los que poseen contextualización e información arqueológica detallada y podrían ser representativos de la población total de la necrópolis. Estas pequeñas diferencias podrían deberse a que el NMI de las cajas es superior al de los individuos (293 frente a 236) aunque no son muy elevadas.

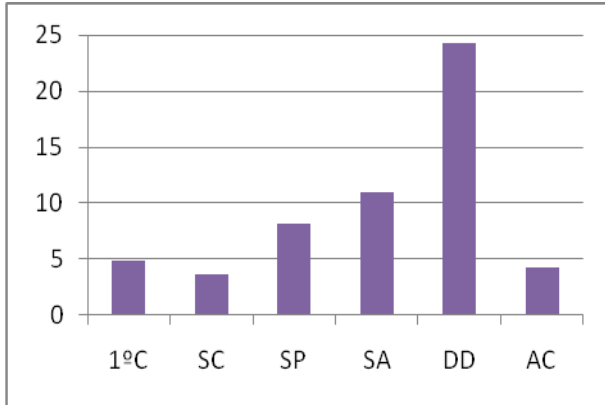
Desde otro punto de vista, se han dividido los restos en dos grupos: “bien conservados” y “mal conservados” dependiendo de su mayor o menor preservación en el yacimiento. Se muestran, así mismo, las mismas tablas que en el caso anterior pero para estos dos subgrupos (226 bien conservados y 303 mal conservados) (Fig.17). Se observa, sin embargo, en este otro caso, que las proporciones no son tan similares como en el anterior. Respecto al perfil demográfico, y como cabía esperar, los primeros tres grupos de subadultos difieren entre los bien y los mal conservados, ya que existe un sesgo en restos infantiles y juveniles debido a su peor preservación en yacimientos arqueológicos por su fragilidad y tamaño. Sin embargo, el cuarto grupo de subadultos y los adultos, tienen una proporción casi equitativa, dando a entender que son más independientes respecto a la preservación. En cuanto al sexo de los individuos, obviamente la aplicación de los métodos de sexado es mayor en los restos mejor conservados.



**Figura 17:** Demografía y sexado de los grupos denominados: “bien conservados” y “mal conservados”.

Atendiendo a la edad de los individuos adultos, y como se ha explicado en el apartado de Material y Métodos, se ha estimado la edad a partir de seis métodos distintos cuyo porcentaje de aplicación se observa en la Figura 18.

Nótese como los porcentajes de aplicación son bajísimos, excepto en el desgaste dental, que aún así no llega al 25%. Incluso 3 de ellos no llegan al 5%, lo que imposibilita enormemente



**Figura 18:** porcentajes de aplicación de los métodos de determinación de la edad: 1° costilla, suturas craneales, sínfisis púbica, superficie auricular, desgaste dental y acetábulo, respectivamente.

la construcción del perfil demográfico, ya que la mayoría de los individuos son adultos indeterminables (58,7% de todos ellos).

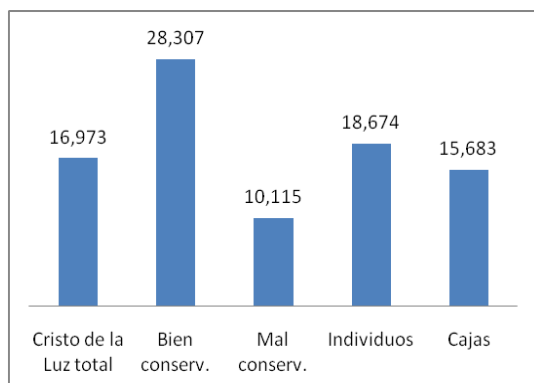
Por otro lado, se han calculado los estimadores paleodemográficos propuestos por Bocquet & Masset (1977) de las distintas subpoblaciones citadas anteriormente, dando los resultados mostrados en la Tabla 2.

Población	5 a 14	20 a 100	IJ	e0	1q0	0q4	n=m	35F15
Cristo Luz total	100	329	0,30395	16,973	0,321	0,527	0,055	0,197
Bien conservados	26	166	0,156626	28,307	0,257	0,397	0,036	0,143
Mal conservados	74	163	0,453987	10,115	0,357	0,601	0,074	0,227
Individuos	41	149	0,275167	18,674	0,311	0,509	0,051	0,189
Cajas	59	180	0,327777	15,683	0,328	0,541	0,058	0,203

**Tabla 2:** Estimadores paleodemográficos de la colección del Cristo de la Luz (Toledo).

**Definición de los parámetros calculados:**

- e0.- Esperanza de vida al nacimiento.
- 1q0.- Cociente de mortalidad infantil (primer año).
- 0q4.- Cociente de mortalidad para el grupo 0 a 4 años.
- n=m.- Natalidad y mortalidad (tasas anuales), iguales en el supuesto de poblaciones estacionarias.
- 35F15.- Fecundidad (tasa anual) de la población femenina entre 15 y 50 años.



**Figura 19:** Esperanza de vida de las distintas subpoblaciones separadas arqueológicamente.

Se observa que la esperanza de vida para toda la población del Cristo de la Luz es 16,973 años, bastante más baja que la que había proporcionado la tabla de vida (24,67). Esta diferencia determina claramente la importancia del método empleado para obtener a los resultados, dando finalmente estructuras demográficas muy distintas. Esta esperanza de vida tan baja (16,973) no parece compatible con la dinámica normal de una población, ya que esa edad está por debajo del límite de acceso a la reproducción. Este valor tan bajo, se debe además a que, para calcular el I.J., se suman los subadultos [5-14] que son el 50% de los subadultos de nuestra población (gracias a la elevada representación antes citada del grupo [10-14]) mientras que, por ejemplo, son el 29,6% en la Maqbara San Nicolás (González, 1999).

Como se observa en la Fig.19, existe una gran variabilidad en las esperanzas de vida de los grupos comparados, algunas no llegan ni a la edad de acceso a la reproducción, debido quizás a la distinta representación de los individuos subadultos en estos grupos. Se constata que los responsables de las diferencias en la esperanza de vida son los mal conservados. En esta categoría se encuentra una mayor representación de los individuos infantiles y juveniles; la esperanza de vida se resiente ya que es un parámetro demográfico muy sensible a la abundancia de los individuos más jóvenes.

Centrándonos en el sexo de los individuos adultos, se llegó a su determinación a través del método propuesto por el WEA, con un porcentaje de aplicación del 29,18 % (Fig.20). Esta aplicación tan baja deja fuera de la clasificación por sexos a 233 individuos adultos. Como se ha señalado anteriormente, con estas tasas de aplicación de los métodos, es muy complicada la caracterización paleodemográfica de la población y por ello es imprescindible partir de una colección muy bien conservada para conseguir los objetivos propuestos en este trabajo.

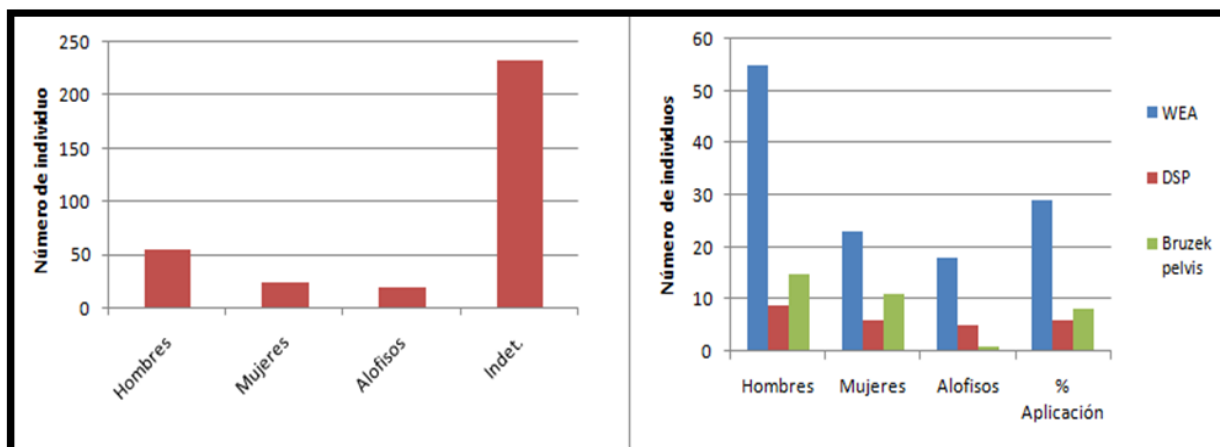
El número de hombres es mayor que el de mujeres e individuos alofisos, que tienen frecuencias similares. Esto puede deberse a la mayor preservación de los individuos masculinos respecto a las demás categorías, por su robustez y resistencia diferencial a los procesos postdeposicionales.

Por otro lado, se determinó el sexo de los individuos por otros dos métodos: Bruzek pelvis (Bruzek, 2002) y DSP (Murail, 2005), con unos porcentajes de aplicación de 8,21% y 6,01%, respectivamente (Fig.20b). Se recogen todos estos datos en la Tabla 3 ya que en la Fig. 20b) no se incluyen los individuos indeterminables, debido a que su elevado valor impide ver con claridad el significado global del gráfico.

Independientemente del método utilizado, los hombres siempre son mayoritarios. La diferencia en cuanto al número de alofisos tiene que ver con la metodología aplicada, ya que en algunos métodos son necesarios valores numéricos exactos mientras que en otros, como el recomendado por el WEA, se emplean rangos para definir la categoría de alofiso; es decir, existe mayor predisposición a la determinación de alofisos en unos métodos que en otros.

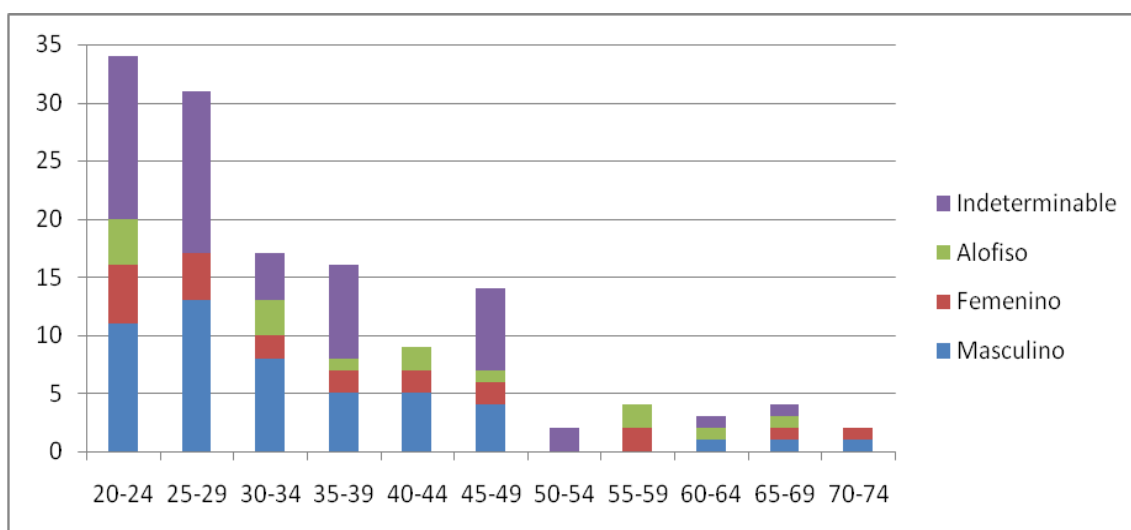
	Hombres	Mujeres	Alofisos	Indet.	% Aplicación
<b>WEA</b>	55	23	18	233	29,179
<b>DSP</b>	9	6	5	309	6,079
<b>Bruzek pelvis</b>	15	11	1	302	8,207

**Tabla 3:** Valores comparativos de los métodos de determinación del sexo y su porcentaje de aplicación.



**Figura 20:** a) Sexo de los individuos de la Mezquita del Cristo de la Luz por el método propuesto por el WEA. b) Comparación de los resultados obtenidos por los distintos métodos utilizados.

En la Figura 21, se muestra la distribución de los adultos por sexos, sin incluir a los adultos cuya edad no es determinable (6 masculinos, 2 femeninos, 3 alofisos y 182 indeterminables) debido a que su alta frecuencia dificultaba la visión general del gráfico.



**Figura 21:** Demografía y sexado para el conjunto de los adultos exceptuando los que no se les ha podido determinar una edad concreta.

Se vuelve a observar la predominancia de los hombres, debida a: 1) que los hombres realmente predominaran en la necrópolis (o en la población original); 2) que los hombres tuvieran tasas de mortalidad más elevadas, demostrado en poblaciones actuales; o 3) que los métodos sobredimensionen esta categoría por razones metodológicas o por simple error del que aplica el método, debido a la gran subjetividad de estos.

Para finalizar este apartado y con respecto al último objetivo de este trabajo, se considera necesario destacar que en junio de 1999, el Laboratorio de Supervivencia y Longevidad del Instituto Max Planck para la Investigación Demográfica en Rostock (Alemania) organizó un congreso titulado “Modelos matemáticos en Paleodemografía: hacia un consenso” (Hoppa &

Vaupel, 2002) en el que se obtuvieron algunas conclusiones: 1) trabajar más meticulosamente con las colecciones de referencia de edad conocida, desarrollando indicadores de edad más fiables; 2) usando los datos osteológicos, antropólogos y estadísticos deben desarrollar modelos y métodos para estimar  $Pr(c/a)$ , es decir, la probabilidad de observar la serie de características osteológicas “c”, dada la edad conocida “a”; 3) reconocer el interés de investigar  $Pr(a/c)$  o la probabilidad de que unos restos óseos pertenezcan a una persona que murió a la edad “a”, dadas las características osteológicas “c”. Así, es necesaria la utilización del Teorema de Bayes, calculando  $Pr(a/c)$  a través de  $Pr(c/a)$  conociendo necesariamente de antemano  $f(a)$  o la distribución de las edades de muerte en la población de estudio; 4) para estimar  $f(a)$  es necesario un modelo de cómo la probabilidad de muerte cambia con la edad. Este último párrafo resume, tal vez, hacia dónde se dirige el futuro de la Paleodemografía basado en la utilización de estadística bayesiana dejando atrás otros métodos paleodemográficos subjetivos, inexactos e hipervariables.

## **CONCLUSIONES**

- \* Los restos óseos estudiados pertenecen a 160 enterramientos de la necrópolis de la Mezquita del Cristo de la Luz. El NMI se ha determinado en 529 individuos. Esta gran discordancia denota y hace patente la existencia de una gran reutilización de las tumbas.
- \* Se hace imprescindible la recuperación exhaustiva de los restos y su conservación desde que se excavan hasta que son estudiados, intentando minimizar el deterioro y la fragmentación de los mismos, ya que este proceso condiciona los estudios posteriores y limita profundamente los métodos aplicables. Así, por ejemplo, un 58,7 % de todos los adultos no pueden ser clasificados en ningún rango de edad debido a su falta de rasgos diagnósticos por su deficiente preservación.
- \* Se observan crecientes grados de incertidumbre cuando se aumenta el número de métodos de estimación de la edad aplicados a un mismo individuo.
- \* La capacidad de discriminación entre cohortes y por lo tanto, el perfil demográfico de la población, depende directamente de la capacidad de discriminación de los métodos utilizados.
- \* En cuanto a los métodos de estimación de la edad en adultos, el método de la superficie auricular eleva siempre la edad de muerte de los individuos con respecto a los métodos de sínfisis púbica, acetábulo y desgaste dental, que determinan edades inferiores a los demás métodos aplicados, siendo, además, sus edades medias finales similares.
- \* La esperanza de vida de la población estudiada es 24,67 a través de la tabla de vida y 16,973 según los estimadores paleodemográficos (Bocquet-Appel & Masset, 1977), siendo esta

última estimación muy baja comparada con otras poblaciones arqueológicas. Estos valores reflejan en último término: escasez de perinatales y exceso, tanto del grupo [10-14] como del rango [20-29].

\* El grupo de los individuos correctamente contextualizados arqueológicamente son representativos de la población total, por lo que se recomienda trabajar únicamente con esta subpoblación. Sin embargo, existen patentes diferencias entre los bien y los mal conservados, siendo éstos últimos los responsables de bajar la esperanza de vida de la población debido a su alto porcentaje de individuos infantiles y juveniles.

\* El método de estimación de la edad con mayor porcentaje de aplicación es el desgaste dental, siendo de casi un 25%. En el resto, los porcentajes son inferiores, debido a la mala conservación de los restos. Por otro lado, el método de determinación del sexo con mayor porcentaje de aplicación es el WEA (29,18%), seguido de Bruzek pelvis y DSP, respectivamente. La mayor frecuencia corresponde a los hombres a través de todos los métodos, seguida de mujeres y alofisos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bocquet-Appel JP, Masset C. Paleodemography: resurrection or ghost? *Journal of Human Evolution* 1985; 14: 107-111.
- Bocquet-Appel JP, Masset C. Estimateurs en Paléodémographie. *L'Homme* 1977; 17(4): 65-90.
- Bocquet-Appel JP, Masset C. Farewell to paleodemography. *Journal of Human Evolution* 1982; 11: 321-333.
- Brooks S, Suchey JM. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution* 1990; 5 (3):227-238.
- Brothwell DR. The relationship of tooth wear to aging. En MY Iscan (ed) *Age makers in human skeleton*. CC. Thomas Publisher, Springfield, Illinois; 1989.
- Bruzek J. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *American Journal of Physical Anthropology* 2002; 117:157-168.
- Buckberry JL, Chamberlain AT. Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method. *American Journal of Physical Anthropology* 2002;119:231-239.
- Elizabeth A. DiGangi, Jonathan D. Bethard, Erin H. Kimmerle and Lyle W. Konigsberg. A new method for estimating age-at-death from the first rib. *American Journal of Physical Anthropology* 2009; 138:164-176

- Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M. Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. *Journal of Human Evolution* 1980; 9:517-549.
- Gage TB. Mathematical hazard models of mortality: an alternative to model life tables. *American Journal of Physical Anthropology* 1988; 86: 429-441.
- González A. Infancia y adolescencia en la Murcia musulmana. Estudio de restos óseos. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 1999.
- Hoppa RD, Vaupel JW. *Paleodemography. Age distributions from skeletal samples.* Cambridge. University press; 2002.
- Krenzer U. Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico; Guatemala: CAFCA 2006 (Pt II, III).
- Meindl RS, Lovejoy CO. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *American Journal of Physical Anthropology* 1985; 68: 57– 66.
- Murail P, Brukez J, Houëti F, Cunha E. DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 2005; 17 (3-4): 167-176.
- Nielsen AH, Martínez R, Prado C, Acebedo P, Cuesta R, Gómez-Lobo P. Paleodemografía de la población visigoda de Tinto Juan de la Cruz (s. VI), Pinto, Madrid (España). *Actas de VIII Congreso de la Sociedad Española de Antropología Biológica*; 1993 Sept; Madrid, España.
- Ortega, A. Paleodemography: an instrument for simulating the demographic behavior of the past? Comparative analysis with the historical demography of 19th century Mexico City; 2003. Disponible en: URL: [http://revistas.colmex.mx/revistas/11/art\\_11\\_375\\_1615.pdf](http://revistas.colmex.mx/revistas/11/art_11_375_1615.pdf)
- Rissech C, Estabrook GF, Cunha E, Malgosa A. Using the acetabulum to estimate age at death of adult males. *Journal Forensic Science* 2006; 51(2): 213-229.
- Scheuer L y Black S. *Developmental juvenile osteology.* London: Academia. Press Limited; 2000.
- Sugiura Y. Y atrás quedó la Ciudad de los Dioses. Historia de los asentamientos en el valle de Toluca. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Antropológicas; 2005.
- Ubelaker DH. *Human skeletal remains.* Smithsonian Institution, Washington, D.C.; 1978.
- Wood JW, Milner GR, Harpending HC, Weiss KM. The osteological paradox: problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. *Current Anthropology* 1992; 33(4): 343-370.