

Criterios para conocer la edad de muerte de los fósiles a partir de sus dientes

Criteria to estimate the fossils age-at-death using their teeth

ALEJANDRO BONMATÍ^{1,2}, JAIME E. LIRA^{1,2} E IGNACIO MARTÍNEZ^{3,1}

¹ Centro Mixto UCM-ISCIH de Evolución y Comportamiento Humanos. C/ Monforte de Lemos 5, 28029 – Madrid, Spain.

² Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria, 28040 - Madrid, Spain.

³ Área de Paleontología. Departamento de Geología. Universidad de Alcalá de Henares. Edificio de Ciencias. Campus Universitario, 28871 - Alcalá de Henares, Spain.

Resumen Las grandes etapas en las que se puede dividir el desarrollo en nuestra especie (primera infancia, niñez, etapa juvenil, adolescencia y edad adulta) se delimitan por el momento en el que tiene lugar la erupción de la dentición decidua y la aparición de las tres muelas de la dentición definitiva, que marcan el final de un estadio y el comienzo de otro. Gracias a que la erupción y el reemplazo de los dientes se producen con regularidad, los paleontólogos pueden estimar con mucha precisión la edad de muerte de aquellos individuos fósiles que conservan su dentición o parte de ella. En este trabajo exponemos las claves para llevar a cabo una actividad-taller con algunos ejemplares de homínidos fósiles, “parientes” en distinto grado del actual *Homo sapiens*. Con esta actividad se pretende acercar al público algunas de las herramientas actualistas con las que cuenta el paleontólogo a la hora de trabajar sobre el registro fósil.

Palabras clave: Paleontología, Evolución Humana, dentición, desarrollo, edad de muerte.

Abstract *The main stages of Homo sapiens physical development (infancy, childhood, juvenility, adolescence and adulthood) can be delimited using the eruption sequence of the deciduous and permanent teeth. Paleoanthropologists take advantage of the regularity in the tooth emergence and replacement pattern to infer the age-at-death of fossil remains that preserve the dentition or part of it. In the present work, we offer some guidelines to develop a workshop using some fossil hominin cranial specimens. This activity aims to present the general public with the Principle of Actualism used by palaeontologists while working with the fossil record.*

Keywords: Palaeontology, Human Evolution, dentition, development, age-at-death.

INTRODUCCIÓN

La Paleontología estudia los fósiles, las huellas de vida directas o indirectas, dejadas por los organismos pasados. Estas evidencias quedan contenidas en las rocas y los sedimentos, formando en su conjunto lo que se conoce como *registro fósil*. Este registro compone el “almanaque” de la historia de la vida en nuestro planeta. La excavación y el examen detallado de las rocas y sedimentos permiten a los paleontólogos ir desentrañando esta historia paso a paso, tanto en el tiempo como en el espacio.

Una de las principales cuestiones de interés de los paleontólogos es la determinación de las edades de muerte de los individuos del pasado. En el caso de los vertebrados actuales, los dientes son buenos indicadores para abordar este aspecto, ya que su desarrollo sigue un estricto programa de formación y erupción a lo largo de la vida del animal. En base al Principio de Actualismo, podemos investigar como era este programa de desarrollo en los organismos extintos, suponiendo que los dientes estuvieron sometidos en el pasado a las mismas leyes que determinan su formación en la actualidad.

A lo largo de este artículo trataremos sobre el patrón de desarrollo dental en los humanos actuales. A partir de los conceptos expuestos, mostraremos como ponerlos en práctica mediante el desarrollo de una actividad-taller, donde estimaremos la edad de muerte de algunos de los principales fósiles del registro de la evolución humana.

LOS DIENTES COMO HERRAMIENTA EN PALEONTOLOGÍA

La información está ahí dentro

A partir de un único organismo se puede producir una gran variedad de fósiles, cada uno de los cuales puede ofrecer una información muy valiosa sobre las especies que vivieron en el pasado, y sobre las actividades que desarrollaron (Arsuaga *et al.* 2000). Aquellos lugares donde se encuentran y recuperan los fósiles son los yacimientos paleontológicos. El hallazgo de esqueletos fósiles completos es algo excepcional, debido a que existen muy pocos yacimientos donde esto haya ocurrido. Ni siquiera el hallazgo de huesos aislados completos es algo que suceda todos los días en las excavaciones paleontológicas.

Como ya se ha comentado, todos los fósiles de un yacimiento ofrecen una información de incalculable valor, incluso las esquivas más pequeñas. *A priori* podría pensarse que cuanto más grande es el fósil objeto de estudio, mayor información podremos obtener de él. Sin embargo, a lo largo de estas páginas veremos que no tiene por qué ser necesariamente así. Existen un tipo de fósiles de pequeño tamaño de los que es posible recabar muchísima información. Estos fósiles son los dientes. Y a diferencia de lo que ocurre con los huesos, es relativamente frecuente encontrar dientes completos en los yacimientos.

¿Por qué los dientes son tan duros?

Desde el punto de vista morfológico, en los dientes se pueden diferenciar dos partes principales: la corona y la raíz. Desde el punto de vista histológico, los dientes de los mamíferos están formados por tejidos que se denominan dentina, esmalte y cemento. La dentina es el componente más abundante del diente, y recubre la cavidad pulpar y el canal radicular. El esmalte es el tejido que recubre a la dentina en la zona de la corona (Hillson, 2005), y es muy característico por su peculiar composición, prácticamente inorgánica y carente de células. Por último, el cemento es el tejido que recubre a la dentina en la zona de la raíz, y en algunos mamíferos también puede recubrir al esmalte de la corona. La elevada concentración de componentes inorgánicos en cada uno de estos tejidos es la razón por la cual los dientes son más resistentes incluso que los huesos. Debido a ello poseen también una ma-

yor probabilidad de resistir el paso del tiempo. En concreto, el 96% del esmalte está compuesto por minerales de fosfato cálcico en la forma de cristales de apatito(a) $[Ca_{10}(PO_4)_6X_2]$, donde la "X" son iones hidroxilo (OH⁻) o fluoruro (F⁻), y mayoritariamente como hidroxiapatito(a) $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$. Le sigue la dentina, cuya composición contiene un 72% de componentes inorgánicos, en su mayoría minerales de fosfato cálcico. Por último, el componente mineral puede llegar a alcanzar hasta el 70% de la composición del cemento (Hillson, 2005).

Las cúspides y los valles de los dientes: el "modelado" de la alimentación

El análisis de la dentición permite realizar una gran variedad de investigaciones. Para empezar, podemos asociar una función de masticación propia a toda una "boca", pero también a cada pieza de la dentadura. Si comparamos entre sí los dientes de nuestra boca, podremos observar que las distintas piezas presentan formas bien diferenciadas. De este modo, a partir de la morfología de la corona podemos clasificar los dientes de un mamífero en incisivos, caninos, premolares y molares que sirven respectivamente, para cortar, perforar o triturar el alimento.

Siguiendo con la morfología de la corona del diente, también es posible reconocer los distintos tipos de dieta que presentaban sus antiguos dueños. La superficie de masticación (u oclusal) presenta una serie de valles y crestas, distintos según su adaptación alimentaria, lo que permite diferenciar entre dientes de carnívoros, herbívoros u omnívoros.

Aplicado al conjunto de dientes que aparecen en un nivel estratigráfico de un yacimiento, se puede determinar qué tipo de animales vivieron en un lugar y en un momento concreto. Los dientes son tan particulares y específicos que no sólo podemos llegar a determinar la alimentación del dueño de esa pieza dental, que generalmente coincide con el nivel taxonómico de orden, sino incluso el género y, en ocasiones, la especie del individuo fósil. De este modo podemos confeccionar la *lista faunística*, es decir, el recuento de las distintas especies de animales que están presentes en un yacimiento.

En los seres humanos los dientes están alojados en dos huesos: el maxilar, superior, y la mandíbula, inferior. Además, la división anatómica del cuerpo a partir de un plano sagital de simetría imaginario, permite diferenciar entre el lado derecho y el izquierdo, imagen especular uno del otro. De este modo, los dientes pueden ser superiores o inferiores, y derechos o izquierdos.

Los dientes de los mamíferos se encuentran incluidos en el interior de los alveolos, adheridos fuertemente al hueso mediante los ligamentos periodontales (Scheuer y Black, 2000). Además, cada

diente también presenta una morfología específica en sus raíces. Así, al encontrar un diente completo pero aislado en un yacimiento, es posible indicar también de qué pieza se trata estudiando el número de raíces que presenta y la curvatura que adoptan las mismas.

Debido a estas características, aunque los dientes no aparezcan completos en un yacimiento y sólo se recuperan raíces o coronas, podemos muchas veces saber el lugar que ocupan, e incluso la especie a la que pertenecen.

Resumiendo, conociendo la morfología de los dientes de las distintas especies, y con las reglas antes comentadas, se puede reconocer el tipo de diente, su ubicación dentro de la boca, el tipo de alimentación asociada y la especie animal a la que perteneció.

Un diente, un individuo; diez dientes, ¿diez individuos?

Además del desgaste producido en la superficie oclusal por la abrasión debida a la fricción constante de los alimentos sobre el esmalte (y en ocasiones por efecto de algunas patologías), los lados de los dientes tampoco se escapan de los efectos del desgaste diferencial, pero en esta ocasión el desgaste es de otro tipo. A pesar de su fuerte fijación a la mandíbula o al maxilar, los dientes tienen cierto grado de movilidad. Esta libertad de movimiento en un diente puede provocar pequeños roces con los dientes “vecinos”. Esto produce, con el paso del tiempo, pequeños desgastes muy característicos. Mediante el análisis de estos desgastes, es posible llegar a reconstruir series dentales, más o menos completas, tanto maxilares como mandibulares.

Por otro lado, como la abrasión producida en la corona puede dar lugar a patrones de oclusión muy característicos, es posible utilizarlos para asociar dientes maxilares (superiores) con dientes mandibulares (inferiores) y de este modo, y hasta donde sea posible, completar series dentales de un mismo individuo.

Con los dientes identificados, ahora podemos utilizarlos para averiguar la cantidad de individuos de una misma especie que pueden encontrarse en los yacimientos. Para tal fin, debemos seleccionar una pieza dentaria determinada, por ejemplo, el primer molar superior del lado izquierdo. Contando el número de veces que se repite, obtendremos lo que en Paleontología se denomina el Número Mínimo de Individuos (NMI). En realidad, podríamos utilizar también cualquier hueso del cuerpo para este fin, pero generalmente se utilizan los dientes por ser más abundantes (Cervera *et al.* 1998) y, entre ellos, se elige el diente que está más representado.

Una vez determinado el NMI, y siguiendo con los dientes, podemos empezar a investigar el estado de desarrollo de los individuos que componen nuestra

muestra. Es posible llevar a cabo este tipo de investigación porque el desarrollo de los dientes sigue un estricto programa de formación en la vida de los mamíferos. Además, en un momento determinado de su desarrollo, la mayoría de los mamíferos mudan por completo todo el conjunto de dientes que tienen en la boca. Esta característica, denominada difiodoncia (Scheuer y Black, 2000), permite diferenciar entre una primera dentición decidua (comúnmente denominada “de leche”), y una segunda dentición permanente.

Crías y adultos

Pues bien, el *tempo* y el *modo* del desarrollo de cada una de estas denticiones están programados genéticamente en las células de los individuos de las distintas especies. De este modo, el análisis de su estado de desarrollo permite estimar la edad de muerte de los individuos. Si los fósiles que estamos estudiando presentan en sus bocas toda la dentición permanente ya formada y erupcionada, es decir, son dentalmente adultos, esta metodología nos ofrecerá una edad de muerte mínima. Por otro lado, esta edad puede contrastarse y “afinarse” cuando se conservan restos esqueléticos del mismo individuo. De esta manera, pueden compararse las edades de muerte obtenidas por los dientes, con las resultantes de los grados de fusión de las suturas de distintos huesos craneales y postcraneales.

El estado de desarrollo dental se describe habitualmente a partir del estado de erupción, de calcificación, y de formación de la microestructura del esmalte. Aunque en Paleontología se llevan a cabo estudios relacionados con los tres aspectos, aquí nos centraremos solo en el primero de ellos. La erupción puede ser clínica, cuando el diente atraviesa la encía, o alveolar, cuando las cúspides del diente alcanzan el borde del alveolo. En el material fósil podemos determinar directamente la última, mientras que la primera, debido a la pérdida de la encía, solo puede estimarse. Por lo tanto, las edades de erupción que incluimos más abajo y utilizaremos para el desarrollo del taller, son alveolares. Se dice que el diente es funcional cuando la corona está completamente fuera de la encía, y su superficie oclusal alcanza el plano de masticación. El análisis del grado de erupción informa sobre el estado de madurez del individuo representado por el fósil (edad somática), y se correlaciona con su edad de muerte cronológica.

Las edades del hombre

En nuestra especie, hay dos momentos importantes en el desarrollo dental: a los 3 años y sobre los 18 años de edad (Scheuer y Black, 2000). Y, ¿qué ocurre entre un momento y el otro? Sobre los 3 años de edad tenemos en nuestra boca la dentición decidua completamente funcional y con

sus raíces completamente formadas (Fig. 1A). Estos dientes serán reemplazados por la dentición permanente siguiendo un patrón propio de nuestra especie. En general, las niñas están ligeramente adelantadas sobre los niños. El segundo gran "hito" ocurre alrededor de los 18 años, momento en el que erupcionan los terceros y últimos molares definitivos, aquellos a los que comúnmente llamamos "las muelas del juicio" (Fig. 1B).

La formación de cualquier diente tiene lugar dentro de los alveolos, a partir de un tejido blando denominado gérmen que posteriormente se mineralizará. En el caso de los dientes de leche, este proceso comienza cuando contamos más o menos con 6 semanas de edad intrauterina (Scheuer y Black, 2000). De este modo, en el momento de nacer ya estarán mineralizándose todos los dientes deciduos y, además, los primeros molares permanentes. Sin embargo, nuestras encías aparecen "desnudas" al nacer, porque los gérmenes de estos dientes se encuentran aún dentro de los alveolos, "encriptados".

Los primeros dientes deciduos empiezan a emerger cuando tenemos unos 6-8 meses de edad. Hacia los 3 años de edad, toda la dentición decidua ya ha erupcionado. Esta dentición está constituida por 20 piezas: 4 incisivos (i1, i2), 2 caninos (c) y 4 molares (m1, m2) (tanto superiores como inferiores) (Fig. 1A). Estos dientes deciduos cumplirán su función hasta alrededor de los 9-11 años, que es el momento en el que perdemos los últimos (Scheuer y Black, 2000).

Por su parte, la dentición permanente va a estar constituida por 32 piezas: 4 incisivos (I1, I2), 2 caninos (C), 4 premolares (PM3, PM4) y 6 molares (M1, M2, M3) (tanto superiores como inferiores) (Fig. 1B). Los dientes anteriores, es decir, los incisivos y caninos permanentes, comienzan a formarse durante el primer año de vida. Los premolares y los segundos molares empiezan a mineralizarse un poco más tarde, entre los 2 y los 4 años de edad. En cambio, la formación de los terceros molares permanentes ocurre bastante más tarde, entre los 6 y los 12 años de edad (Scheuer y Black, 2000).

Una vez formadas las coronas de toda la dentición permanente, ya sólo es cuestión de tiempo que empiecen a erupcionar, mientras continúan formándose las raíces. Exceptuando a los terceros molares, la emergencia de estos dientes permanentes se puede agrupar en dos momentos de nuestro desarrollo. El primer momento ocurre entre los 6 y los 8 años de edad, mientras que el segundo tiene lugar entre los 9 y los 11 años de edad.

Alrededor de los 6 años de edad erupcionan los primeros molares permanentes. Éstos se situarán justo detrás de los segundos molares deciduos. Además, su aparición irá acompañada con la de los primeros incisivos permanentes. Aunque con cierta variabilidad, primero suelen erupcionar los

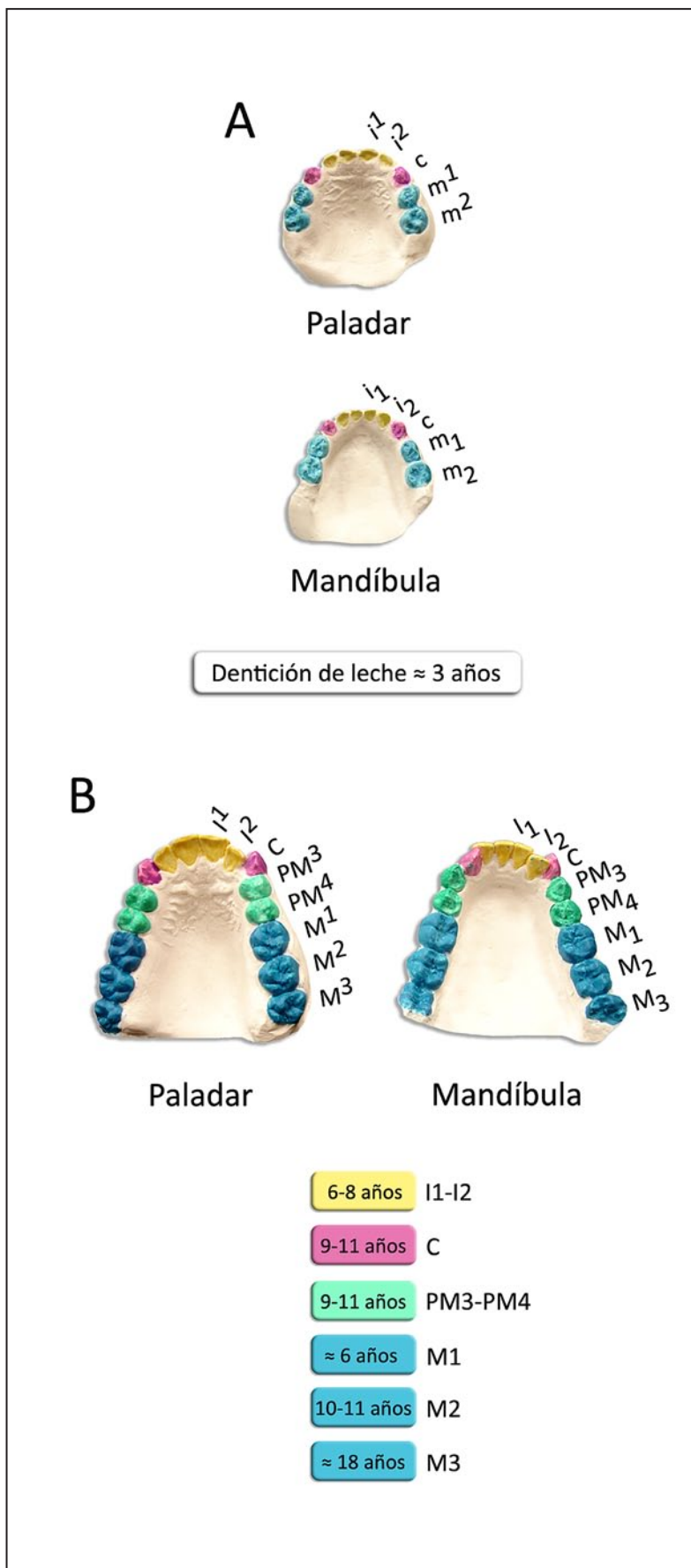


Fig. 1. A) Dentición decidua completa superior (paladar) e inferior (mandíbula): (i) incisivo, (c) canino, (m) molar. B) Dentición permanente completa superior (paladar) e inferior (mandíbula): (I) incisivo, (C) canino, (PM) premolar, (M) molar.

incisivos inferiores y a continuación los superiores. Además, primero aparecen los incisivos centrales y posteriormente lo hacen los incisivos laterales (siguiendo el mismo orden antes comentado). Resumiendo, los primeros en erupcionar son los incisivos centrales inferiores y los últimos en hacerlo son los incisivos laterales superiores, que lo hacen alrededor de los 7 y los 8 años de edad (Scheuer y Black, 2000).

Los siguientes dientes en emerger son los caninos, seguidos de los terceros y cuartos premolares. En las niñas la erupción de todas estas piezas tiene lugar alrededor de los 9-9.5 años de edad, mientras que en los niños esto ocurre sobre los 10-11 años. A continuación, sobre los 10 años de edad en las niñas y 11 años en los niños, erupcionan los segundos molares permanentes (Scheuer y Black, 2000).

Estos patrones de erupción dentales están estrechamente relacionados con las distintas etapas de nuestro desarrollo (Bogin, 1998; Bermúdez de Castro, 2005). Durante los primeros años de nuestra vida, nuestra dieta está basada en la leche materna. Este periodo se denomina primera infancia, y se prolonga hasta el momento de erupción de los segundos molares deciduos (los últimos dientes de leche en erupcionar). A partir de este momento pasamos a una segunda etapa, la segunda infancia o niñez. Comienza con una fase crítica, el destete, momento que coincide con el primer uso de la dentición. Esta etapa termina sobre los 7 años de edad. A esta edad el primer molar permanente ya ha erupcionado y alcanzado su altura máxima, empezando a ser funcional. Además, a esta edad el cerebro también ha alcanzado casi el 90% de su tamaño final. El siguiente periodo se denomina etapa juvenil, y se caracteriza por la “muda” completa de los dientes deciduos por los dientes permanentes, y alcanzan la madurez el sistema inmunitario y el aparato digestivo. El hito que marca el final de esta etapa será la erupción del segundo molar permanente. La nueva etapa se conoce con el nombre de adolescencia y se caracteriza, entre otras cosas, porque tiene lugar el “estirón puberal”. Dura hasta alrededor de los 18 años, momento en el que erupciona el tercer molar permanente. No obstante, la aparición de esta pieza dental es muy variable, pudiendo ocurrir que no erupcione nunca. A partir de este momento, comienza la última etapa de nuestra vida, denominada etapa adulta.

Vale la pena destacar que todos los primates se rigen por patrones de erupción y de desarrollo específicos. Así, en los chimpancés y en los gorilas todo ocurre mucho más rápido que en nuestra propia especie. En ellos la primera infancia es muy larga, finalizando cuando tienen unos 5 años. En cambio carecen de niñez, por lo que comienzan directamente con la etapa juvenil. Este periodo también será largo, finalizando alrededor de los 12 años de edad. Este momento coincide con la madurez reproductora y con el comienzo de su etapa adulta (Bermúdez de Castro, 2005). Los

primeros molares permanentes erupcionan hacia los 3-4 años, poco antes de acabar su infancia. Los segundos molares aparecen hacia los 6-7 años de edad. Al igual que en nuestra especie, la erupción de los últimos molares permanentes marca el comienzo de la madurez, solo que en ellos ocurre alrededor de los 11 años (Anemone, 2002; Kuykendall, 2002).

De este modo, conociendo el patrón de desarrollo dental de una especie, es posible aproximarse a las edades de muerte de los individuos fósiles de esa misma especie. Por tanto, el patrón que acabamos de describir para los humanos actuales puede aplicarse directamente cuando estudiamos individuos fósiles de nuestra especie pero, ¿qué ocurre cuando los restos fósiles pertenecen a niños que no se atribuyen a la especie *Homo sapiens*? En líneas generales podemos afirmar que, cuanto mayor es el grado de parentesco entre una determinada especie humana fósil y el *Homo sapiens* actual, más se parecen entre sí sus patrones de desarrollo y erupción dental. Lo veremos a continuación.

UNA ACTIVIDAD-TALLER: “UN TRUCO PARA CONOCER LA EDAD DE LOS FÓSILES”

Las experiencias previas en el campo de la divulgación de la Paleontología han demostrado la utilidad que presentan los talleres como recurso didáctico (Gracia, 2006). A partir de los patrones de erupción dental que acabamos de introducir, y conscientes del interés que la Paleontología despierta entre el público general, hemos diseñado una actividad-taller. Su objetivo es desvelar la edad a la que murieron algunos de los niños más famosos encontrados en el registro fósil de la evolución humana, a partir del estudio del estado de erupción de sus dientes.

Mediante esta actividad perseguimos varios fines. Por un lado, ofrecer una visión general de la evolución humana dirigida a un público de todas las edades y nivel de conocimientos. Por otro, dar la oportunidad de ver, tocar y estudiar réplicas de fósiles humanos, antepasados de nuestro linaje. Por último, a partir de conocimientos y materiales muy similares a los que utilizan los investigadores, ofrecer la experiencia del trabajo científico a los participantes (Fig. 2).



Fig. 2. Participantes de todas las edades asistieron al taller durante la I Olimpiada Nacional de Geología (Madrid).

Consideraciones previas

Nuestro linaje y el de los chimpancés se diferenciaron hace unos 7 millones de años. A partir de ese momento el linaje humano y el de los chimpancés, evolucionaron por separado. La Paleontología Humana se encarga de estudiar los restos fósiles atribuidos a nuestro linaje, es decir, al grupo de los homínidos. Habitualmente, esta disciplina utiliza dos especies actuales para establecer comparaciones con los restos fósiles, a saber: los humanos actuales (*Homo sapiens*) y los chimpancés comunes (*Pan troglodytes*). Sin embargo, el desarrollo dental de estas dos especies difiere notablemente. Como consecuencia si utilizamos uno u otro patrón como referencia, las estimaciones de edad de muerte de los individuos fósiles que obtendremos, serán diferentes. ¿Cómo sabremos qué patrón utilizar en cada caso?

A través de los muchos estudios realizados hasta la fecha, sabemos que los representantes fósiles de nuestro linaje evolutivo se han caracterizado por distintos patrones de desarrollo. En términos generales, las especies de homínidos más basales, es decir, más próximas a la divergencia entre los linajes humano y chimpancé, presentaban modelos de desarrollo más parecidos a los actuales chimpancés que al hombre moderno. Por el contrario, los homínidos más estrechamente emparentados con nosotros, parecen estar caracterizados por patrones de desarrollo similares a los nuestros. En esta actividad-taller trabajaremos con varios especímenes-problema. Para cada uno de ellos, haremos mención del modelo de desarrollo utilizado que parece ajustarse mejor al de la especie fósil a la que se atribuye.

Materiales

A continuación, ofrecemos un pequeño apunte de los restos fósiles de los cuales pretendemos estimar su edad de muerte. Esta información se puede utilizar como base para ofrecer una visión básica de la evolución humana previa al trabajo práctico. Las réplicas de estos fósiles pueden adquirirse a través de diversos proveedores de material didáctico, cuya información puede encontrarse mediante una simple búsqueda a través de Internet.

El Niño de Taung

Hacia finales del año 1924 el Profesor Raymond Dart, Catedrático de Anatomía de la Universidad de Johannesburgo, recibía de parte de su colega geólogo, el Profesor Young, un paquete con material fósil diverso (Dart, 1925). Entre este material procedente de una cantera próxima a la localidad de Taung (al SW de Johannesburgo, Sudáfrica), el Profesor Dart fue capaz de identificar los restos de un primate infantil, que conservaba el esqueleto facial, parte del molde endocraneal y la casi totalidad de la mandíbula. Además, conservaba mila-



grosamente todas las piezas dentales incluidas en sus alveolos correspondientes. La antigüedad de este resto ha sido ampliamente discutida, si bien la asociación faunística de mamíferos (Mckee *et al.*, 1995) resulta coherente con una edad comprendida entre 2,8 y 2,7 millones de años (Schwartz y Tattersall, 2005). En la publicación de este resto en la prestigiosa revista *Nature*, el Profesor Dart lo calificó de “Hombre-mono” (en inglés “Man-Ape”), considerándolo representante de una “raza de simios antropoides extintos, intermedia entre los antropoides vivos y el ser humano” (Dart, 1925, p.195). Debemos mencionar que el término “antropoide vivo” hace referencia a las otras especies que, junto con la nuestra, forman la familia de los hominoideos, es decir, a gibones, orangutanes, gorilas y chimpancés. Para la designación científica del Niño de Taung (Fig.3), Dart creó un nuevo género y especie, el *Australopithecus africanus*, de la cual este fósil pasó a ser el holotipo o espécimen de referencia. Aunque por aquel entonces ya se reconocía la existencia de especies humanas extintas, la condición inmadura del Niño de Taung

Fig. 3. El Niño de Taung, encontrado en 1924 en el yacimiento sudafricano del mismo nombre, es el ejemplar tipo de la especie Australopithecus africanus. Según un patrón de desarrollo acorde con los actuales chimpancés, su edad al morir era de unos 3-4 años de edad.



Fig. 4. El Chico de la Gran Dolina, compuesto por un fragmento de frontal y otro de maxilar, es uno de los emblemas de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca (Burgos, España). El descubrimiento de este y otros restos ha permitido definir una nueva especie de homínido, el Homo antecesor. Su edad de muerte se estima en torno a los 9 y los 11 años. (Foto: Javier Trueba)

dio lugar a que la opinión científica de la época estuviera dividida, dada su similitud con las formas juveniles de los actuales hominoideos. Como consecuencia, el dictamen de algunos estudiosos fue el de considerar a este fósil como un representante antiguo de los antropoides africanos actuales, es decir, de los gorilas o chimpancés (Keith, 1925). No fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial, con un registro más completo de fósiles atribuidos a la especie *Australopithecus africanus*, cuando esta especie empezó a aceptarse como un homínido temprano (homínido en la terminología taxonómica actual), y al Niño de Taung como su “ejemplar de cabecera” (ver Clark, 1967).

Los australopitecos son el grupo mejor conocido de los primeros homínidos. Algunos autores los han descrito como “chimpancés bípedos” (Arsuaga y Martínez, 1997), es decir, primates que,

grasso modo, tendrían el aspecto de un chimpancé erguido sobre sus extremidades traseras. Con ellas se desplazarían a través de un bosque seco con algunos espacios abiertos. Fue en este medio donde probablemente habitó también el presunto depredador del Niño de Taung. Las diversas marcas que circundan su cara muestran que fue probablemente víctima de algún tipo de ave de presa (Berger, 2006). La muerte prematura de este individuo provocó que el desarrollo de su dentición quedaría “congelado” tal cual lo describiremos más adelante.

El Chico de la Gran Dolina

Aunque 70 años separen sus descubrimientos y pertenezcan a especies bien distintas, el Chico de la Gran Dolina (Fig. 4) y el Niño de Taung poseen algunos nexos de unión. En ambos casos sus hallazgos dieron lugar a la definición de una nueva especie, que en un principio fue controvertida y de aceptación dividida por la comunidad científica. Sin embargo, con el paso del tiempo ambas especies han sido ampliamente reconocidas.

Pero vayamos por partes. ¿Cuál es la biografía de este fósil y, a quién representa? Viajemos a una pequeña elevación situada al noreste de la ciudad de Burgos (España) que se llama la sierra de Atapuerca (Arsuaga *et al.* 2007). Allí, desde hace más de 30 años, un grupo de investigadores excava una serie de rellenos sedimentarios kársticos (es decir, en cuevas) muy ricos en fósiles. Estos sedimentos, que fueron expuestos entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX por la construcción de la trinchera de un ferrocarril minero, constituyen los yacimientos de la Trinchera del Ferrocarril. Dentro de ellos destacan la Galería, la Sima del Elefante, y la Gran Dolina. En estos 30 años llenos de logros, los paleontólogos que han participado en ellas tienen motivos para sentirse especialmente afortunados: estos tres yacimientos han proporcionado restos humanos de distintas especies y cronologías, que cubren un lapso de tiempo próximo al millón de años (Berger *et al.*, 2008; Carbonell *et al.*, 2008).

Para conocer la historia del Chico de la Gran Dolina, deberemos retroceder en el tiempo hasta el año 1994. En la Gran Dolina de aquel entonces, los excavadores se afanaban en proseguir con un sondeo de 3 x 2 m² que un año antes se había iniciado para estimar la riqueza de la serie sedimentaria. Al llegar al nivel 6 de la secuencia estratigráfica del yacimiento, dividida en 11 niveles de abajo (muro) a arriba (techo), los excavadores encontraron una serie de fósiles, indudablemente humanos, que sumaron un total de 36 a lo largo del mes de julio de aquel año (Cervera *et al.*, 1998). En conjunto, estos restos pudieron atribuirse a un NMI de 6 individuos: 2 adultos, 2 adolescentes y 2 niños (EIA, 2003). Según distintos métodos de datación, aque-

llos humanos poseían una antigüedad de más de 780.000 años (Parés y Pérez-González, 1995). Por entonces se pensaba que Europa había estado virgen de homínidos hasta hace unos 500.000 años (Carbonell *et al.*, 1995). La llegada al viejo continente de este grupo (probablemente procedente de África) era mucho más antigua de lo que los datos habían apuntado hasta entonces. Además, la anatomía de estos restos fósiles no encajaba con la de ninguna de las especies conocidas en aquel momento. A esta nueva especie se la denominó *Homo antecessor* (Bermúdez de Castro, 1997) y fue propuesta como el antepasado común de otras dos especies que evolucionarían a partir de ella: la nuestra que lo haría en África, y los neandertales que aparecieron en Europa.

La evidencia sobre la cruda realidad de la acumulación de los restos de *Homo antecessor* en la Gran Dolina se encuentra sobre la superficie de los mismos. Muchos de ellos cuentan con incisiones procuradas con herramientas de industria lítica, que sólo los humanos son capaces de fabricar y utilizar con la precisión que demuestran estas marcas. Estas incisiones son la evidencia de que estos restos fueron consumidos por otros humanos, es decir, del acto de canibalismo más antiguo en la historia de la humanidad (Fernández-Jalvo *et al.*, 1996). El Chico de la Gran Dolina fue uno de estos humanos devorados. A pesar de haber sido consumido y del tiempo transcurrido, parte de su rostro ha perdurado en dos fragmentos (maxilar y frontal). En los alveolos maxilares cuenta además con muchos de sus dientes, algunos de los cuales estaban en proceso de erupción. Este hecho induce la impresión de estar observando un “fotograma” de la historia de su vida. Más adelante nos detendremos en esas piezas dentales y en cómo utilizarlas para conocer la edad a la que murió.

El Niño de Pech de l'Azé

Aunque se trate del resto cronológicamente más moderno de los tres aquí presentados [su edad estaría en torno a los 45.000-55.000 años (Schwartz y Tattersall, 2002)], el Niño de Pech de l'Azé (Fig.5) fue el primero en ser descubierto. Ocurrió en 1909, en una cueva situada en la Dordoña francesa (Schwartz y Tattersall, 2002). Mientras que los restos anteriormente descritos habían servido para crear nuevas especies, y con ello cierta polémica, este resto nunca planteó dudas sobre su determinación. Este individuo, compuesto por un cráneo y una mandíbula, fue considerado un neandertal (*Homo neanderthalensis*) desde la primera monografía dedicada a su estudio (Patte, 1957). Esta especie ya había sido descrita y nombrada algunos años atrás a partir de los fósiles encontrados en las cuevas calizas de Feldhofer, en el Río Düffel del valle de Neander (cerca de Düsseldorf, Alemania) (King, 1864).



Los neandertales aparecieron hace unos 200.000 años, y se extendieron por un vasto territorio que iba desde Europa hasta Oriente Próximo y el extremo occidental de Asia. Hace algo más de 40.000 años, otra humanidad procedente de África invadió su territorio, el *Homo sapiens*. Ambas especies convivieron juntas unos 10.000 años, y posteriormente los neandertales, muy diezmados y confinados a una pequeña región de lo que otrora fue su extenso territorio, desaparecieron. Varias hipótesis han sido propuestas para explicar su extinción, pero en cualquier caso sus restos nos hablan de una especie que, entre otras prácticas, enterraba a sus muertos. Quizás gracias a esta práctica, el cráneo, la mandíbula y la dentición del Niño de Pech de l'Azé hayan perdurado hasta nuestros días.

Metodología de trabajo

Una vez finalizada la breve explicación teórica, haremos entrega a los participantes de las réplicas de los fósiles. Proponemos el siguiente modo de proceder:

Fig. 5. Este cráneo pertenece al niño neandertal de Pech de l'Azé, encontrado en la cueva homónima de la Dordoña francesa. Era un individuo inmaduro que estaba próximo a presentar emergencia alveolar de los primeros molares permanentes. Su edad se estima en torno a los 5-6 años.

1) **Determinar cuántas y cuáles son las piezas dentales** que conserva el fósil. Lo más adecuado es ir anotando en papel estas piezas según un orden, que puede ser de anterior a posterior en la serie dental, dentición superior e inferior, o bien mitades izquierda y derecha. Estos criterios no son incompatibles y pueden adoptarse simultáneamente. Se recomienda, sin embargo, usar siempre el mismo criterio durante la actividad. Nosotros utilizaremos el primero de ellos.

2) **Establecer el estado de erupción** de cada una de ellas, según tres categorías: a) sin erupción alveolar, b) erupción alveolar pero no funcional, c) funcional.

3) **Determinación de la edad de muerte** consensuada entre todas las piezas, a partir de las edades individuales de cada una de ellas. Para llevar a cabo esta fase necesitaremos de los fundamentos teóricos introducidos con anterioridad.

Propuesta de resolución

El Niño de Taung

Para simplificar la actividad solo hacemos mención a su dentición superior.

a) Piezas dentales conservadas. Conserva toda la dentición superior de leche completa: los cuatro incisivos (dos centrales $-i^1-$ y dos laterales $-i^2-$), los dos caninos (c), y los dos molares (m^1 y m^2). Por detrás de toda la serie decidua, se encuentran los dos molares primeros permanentes (M^1).

b) Estado de desarrollo. La dentición de leche es funcional. Los primeros molares permanentes (M^1) presentan erupción alveolar, pero la superficie oclusal de las coronas (es decir, de masticación) no está al mismo nivel que el resto de los dientes, y por tanto, no es funcional.

c) Edad de muerte. Como vimos, el primer molar permanente erupciona alrededor de los 6 años en los humanos modernos, y en torno a los 3-4 en los chimpancés. En el caso de los australopitecos los estudios apuntan a que su desarrollo dental sería similar al de los actuales chimpancés (Dean *et al.*, 2001). En consecuencia, la edad de muerte del Niño de Taung se situaría alrededor de los 3-4 años.

El Chico de la Gran Dolina

a) Piezas dentales conservadas. El maxilar de este individuo conserva el incisivo lateral derecho (I^2) y el canino derecho (C) permanentes, los dos premolares terceros permanentes (PM^3), el cuarto premolar derecho permanente (PM^4), los dos molares primeros permanentes (M^1), y al final de toda la serie, el segundo molar izquierdo permanente (M^2).

b) Estado de desarrollo. El incisivo lateral (I^2), los dos molares primeros permanentes (M^1) y los dos premolares terceros permanentes (PM^3) son funcionales. El canino derecho (C) y el cuarto premolar derecho permanente (PM^4) presentan erupción alveolar pero aun no son funcionales. Por último, el

segundo molar permanente (M^2) no presenta erupción alveolar, aunque su corona puede observarse en el interior del alveolo.

c) Edad de muerte. El desarrollo del *Homo antecessor* está más próximo al de los actuales humanos que al de los chimpancés (Bérmudez de Castro *et al.*, 2010). Según esto, el hecho de que el segundo molar superior aún no haya emergido nos sitúa en una edad por debajo de los 11 años. Los caninos y los terceros y cuartos premolares erupcionan en torno a los 9-11 años, cosa que ya ha ocurrido en este individuo. De este modo, consensuado la información de estas piezas, podemos estimar su edad de muerte entre los 9 y los 11 años.

El Niño de la Pech de l'Azé

Para simplificar la actividad solo hacemos mención a su dentición superior.

a) Piezas dentales conservadas. El hueso maxilar de este individuo conserva los dos incisivos centrales permanentes (I^1), los dos caninos (c), los primeros y segundos molares deciduos (m^1 y m^2) de ambos lados, y los dos molares primeros permanentes (M^1).

b) Estado de desarrollo. La dentición de leche ya era funcional. Los incisivos centrales también lo son, mientras que los primeros molares permanentes se encuentran en el interior de los alveolos próximos a sufrir erupción alveolar: sus coronas están formadas pero sus raíces aún no lo han hecho.

c) Edad de muerte. En el caso de los neandertales, como en el de *Homo antecessor*, el desarrollo de los dientes está claramente más próximo a un humano actual que a un chimpancé (Ramírez Rozzi y Bermúdez de Castro, 2004). En nuestra especie, la dentición de leche se completa sobre los 3 años, y el primer molar permanente no erupciona hasta alrededor de los 6, por lo que nuestro individuo debe de estar entre ambas edades. Puesto que los incisivos permanentes si han erupcionado y los primeros molares permanentes lo harán en breve, es posible que estemos más próximos a la segunda que a la primera edad. Podríamos estar hablando de un niño de unos 5-6 años.

CONCLUSIONES

Este artículo presenta uno de los métodos comúnmente usados por los paleoantropólogos para estimar la edad de muerte de los individuos que vivieron en el pasado a partir de sus restos fósiles dentales, y su aplicación para diseñar un taller para todos los públicos.

Ahora que ya conocemos la edad de algunos de los ejemplares más famosos del registro fósil humano, entendemos porqué los científicos añaden los sustantivos de "Niño" o "Chico" al nombre propio del fósil. Debemos aclarar en cualquier caso que

aquí se ha utilizado el género neutro de estos términos, ya que no es el objetivo de este artículo referirnos a los criterios de determinación sexual. Por otro lado, un modo alternativo de enforzar la actividad sería el de establecer y comparar el grado de madurez de los fósiles, es decir, su edad somática, a partir también de su estado de desarrollo dental. En este sentido podríamos asegurar con firmeza, por tanto, que el Niño de Taung era el individuo biológicamente más joven, que el Niño de Pech de l'Azé estaba más desarrollado que aquél, y que el Chico de la Gran Dolina era, con diferencia, el más maduro de todos. Recordando el patrón de desarrollo (chimpanzee vs. humano moderno) que caracteriza a unos y otros, tendríamos así representados respectivamente, a un niño que todavía recibía la leche materna, a otro que ya hacía tiempo que había sido destetado y estaba a punto de entrar en su juventud, y a un individuo juvenil pre-adolescente. En situaciones donde el número mínimo de individuos es elevado, esta perspectiva nos permite dividir la muestra o población fósil en clases de edad (por ejemplo, en niños, adolescentes, y adultos), y conocer de este modo su perfil paleodemográfico.

AGRADECIMIENTOS

Al Equipo de Investigación de Atapuerca (EIA) por la ayuda en el campo durante las campañas en los yacimientos de Atapuerca. A nuestros compañeros del Centro UCM-ISCIII de Evolución y Comportamiento Humanos, por sus comentarios durante la elaboración del manuscrito. A Ana Gracia, a la Clínica Aljarde y a Juan Luis Arsuaga por el material facilitado. A la Fundación Ancestros por su ayuda en todo momento. Alejandro Bonmatí disfrutó de una beca de la Cátedra Fundación Duques de Soria/Fundación Atapuerca. Las réplicas de los fósiles y la investigación que se lleva a cabo están financiados por los proyectos de investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (CGL2006-13532-C03-02 y CGL2009-12703-C03-03).

BIBLIOGRAFÍA

- Anemone, R.L. (2002). *Dental development and life history in hominid evolution*. En: Human Evolution through developmental change. (Minugh-Purvis, N. y McNamara, K.J., editores). The Johns Hopkins University Press. Maryland.
- Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (1998). *La especie elegida*. Ediciones Temas de Hoy. Barcelona.
- Arsuaga, J.L., Martínez I., Gracia, A. y Bonmatí, A. (2007). www.atapuerca.tv. Última actualización: 19 de noviembre de 2010.
- Arsuaga, J.L., Martínez I., Gracia, A., Lorenzo, C. y García, N. (2000). Curso interactivo *Claves de la evolución humana*. Programa de Nuevas Tecnologías del Ministerio de Educación y Cultura. http://www.pntic.mec.es/mem/claves_evolucion/index.html.
- Berger, G.W., Pérez-González, A., Carbonell, E., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.-M. y Ku, T.-L. (2008). Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *Journal of Human Evolution*, 55, 300-311.
- Berger, L.R. (2006). Brief Communication: Predatory Bird Damage to the Taung Type-Skull of *Australopithecus africanus* Dart 1925. *American Journal of Physical Anthropology*, 131, 166-168.
- Bermúdez de Castro, J.M. (2005). *El Chico de la Gran Dolina*. Editorial Crítica. Barcelona.
- Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., y Carbonell, E. (1997). A hominid from the lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible Ancestor to Neandertals and Modern Humans. *Science*, 276, 1392-1395.
- Bermúdez de Castro, J.M., Martínón-Torres, M., Prado, L., Gómez-Robles, A., Rosell, J., López-Polín, L., Arsuaga, J.L. y Carbonell, E. (2010). New immature hominin fossil from European Lower Pleistocene shows the earliest evidence of a modern human dental development pattern. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 11739-11744.
- Bogin, B. (1998). *Pattern of human growth*. En: The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development (Ulijaszek, S.J., Johnston, F.E. y Preece, M.A., editores). Cambridge University Press. Cambridge.
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Díez, J.C., Rosas, A., Cuenca-Bescós, G., Sala, R., Mosquera, M., y Rodríguez, X.P. (1995). Lower Pleistocene Hominids and artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain). *Science*, 269, 826-829.
- Carbonell, E. et al. (2008). The first hominin of Europe. *Nature*, 452, 465-470.
- Cervera, J., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M. y Carbonell, E. (2000). *Atapuerca. Un millón de años de historia*. PLOT Ediciones y Editorial Complutense. Madrid.
- Clark, W.E. Le Gros. (1967). *Man-Apes or Ape-Men?* Holt, Rinehart and Winston. New York.
- Dart, R.A. (1925). *Australopithecus africanus*: the Man-Ape of South Africa. *Nature*, 115, 195-199.
- Dean, M.C., Leakey, M.G., Reid, D., Schrenk, F., Schwartz, G.T., Stringer, C. y Walker, A. (2001). Growth processes in teeth distinguish modern humans from *Homo erectus* and earlier hominins. *Nature* 414, 628-631.
- Equipo de Investigación de Atapuerca. (2003). *The first Europeans: Treasures from the Hills of Atapuerca*. Junta de Castilla y León.
- Fernández-Jalvo, Y., Díez, J.C., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., y Arsuaga, J.L. (1996). Evidence of early cannibalism. *Science*, 271, 277-278.
- Gracia, A. (2006). Sólo para adultos: divulgar para niños. Los talleres. Una actividad complementaria de museos y exposiciones. Un taller de paleontología. *Aula*, 153-154, 40-45.
- Hillson, S. (2005). *Teeth*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Keith, A. (1925). The fossil anthropoid ape from Taungs. *Nature*, 115, 234-235.
- King, W. (1864). The reputed fossil man of the Neanderthal. *Quaternary Journal of Science*, 1, 88-67.
- Kuykendall, K.L. (2002). *An Assessment of radiographic and histological standards of dental development in chimpanzees*. En: Human Evolution through developmental change. (Minugh-Purvis, N. y McNamara, K.J., editores). The Johns Hopkins University Press. Maryland.

Mckee, J.K., Thackeray, J.F., y Berger, L.R. (1995). Faunal assemblage seriation of southern African Pliocene and Pleistocene fossil deposits. *American Journal of Physical Anthropology*, 96, 235-250.

Parés, J.M., y Pérez-González, A. (1995). Paleomagnetic age for hominid fossils at Atapuerca archaeological site, Spain. *Science*, 269, 830-832.

Patte, E. (1957). *L'enfant néandertalien du Pech de l'Azé*. Masson. Paris.

Ramirez Rozzi, F.V. y Bermúdez de Castro, J.M. (2004). Surprisingly rapid growth in Neanderthals. *Nature*, 428, 936-939.

Scheuer, L. y Black, S. (2000). *Developmental juvenile osteology*. Academic Press. Somerset.

Schwartz, J.H., y Tattersall, I. (2002). *The Human Fossil Record. Volume One. Terminology and craniodental morphology of the genus Homo (Europe)*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.

Schwartz, J.H., y Tattersall, I. (2005). *The Human Fossil Record. Volume Four. Craniodental morphology of early hominids (Genera Australopithecus, Paranthropus, Ororin), an Overview*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey. ■

Fecha de recepción del original: 23/11/09

Fecha de aceptación definitiva: 02/12/10