

# **ATLAS OSTEOLÓGICO DIGITAL**

## AGRADECIMIENTOS

Cuando empezamos este proyecto parecía inalcanzable con la tecnología de la que disponíamos y por mi propia experiencia. Fueron muchas las jornadas de trabajo dedicadas a pruebas, ensayos, a la materialización de artilugios para conseguir las imágenes deseadas - las diferentes caras de cada hueso- y a volver a empezar desde el principio.

A medida que elaborábamos la base de datos de imágenes, empezamos a ser más exigentes: también quisimos añadir otros animales de los que no disponíamos en el laboratorio. Éste era uno de nuestros objetivos: compartir la información con otros centros de investigación, vinculados o no a la Arqueología. Fue decisiva la colaboración del Museu de Ciències Naturals de Barcelona para la obtención del lobo, el lince y el cerdo. Desde aquí mi más sincero agradecimiento a Eulàlia Garcia Franquesa, conservadora de este centro.

Poco a poco, nos adentramos en la presentación informática. También en este caso contamos con la colaboración del Dr. Remo Suppi, director de la Escola d'Informàtica de la UAB, para nuestra propuesta del montaje inicial del atlas a Mónica Fernández, como trabajo de final de carrera. Agradezco el esfuerzo tanto del director como de la alumna, así como el interés demostrado en nuestro proyecto, aunque finalmente elegimos un formato más común para este atlas.

Son muchas las personas que han colaborado directa o indirectamente en la materialización de esta tesis, sin ellos hubiera sido imposible finalizar este trabajo: el apoyo incondicional de Aurora, Laura y Joan Antón, para continuar en este proyecto fue decisivo. A María, Mercè, Asunción, Esther, Raquel, Rosa y tantos otros que han estado a mi lado: muchísimas gracias.

También mi más sincero agradecimiento a quienes creyeron en mí desde un principio para la elaboración de este trabajo, padeciéndolo y que, incluso, insistieron en asistir a la lectura de esta tesis para ofrecerme su apoyo moral: Maribel, Rosa, Pere, M<sup>a</sup> Teresa, Òscar, Antònia, Teresa, Miquel.

El reconocimiento a mi familia y a Jaume, en especial, por comprender mi dedicación a este proyecto y apoyarme hasta el final. Y al Pepot y a la Quica, por dormir siempre fieles, al lado de mi mesa.

Pero si a alguien le debo agradecer su dedicación, su tiempo, su experiencia y su persistencia es al director de esta tesis, Dr. Jordi Estévez Escalera. Sin contar con su apoyo, su constancia y su confianza, hubiera sido imposible acometer y finalizar este trabajo. Siempre allí, aunque físicamente estuviera en cualquier parte del mundo, fue la persona que creyó en mis posibilidades para poder llevarlo a cabo y que comprendió los momentos difíciles a los que, a veces, me enfrenta la vida.

*Gràcies, Jordi, per ser-hi sempre.*

Solo me queda añadir mi deseo que este atlas pueda ser útil a la comunidad científica arqueológica y que pueda retomarse el testigo para seguir actualizándolo y ampliándolo a medida que la Arqueología lo necesite.

Carme Formigón Roig  
Septiembre de 2010

**TESIS DOCTORAL**

**ATLAS OSTEOLÓGICO DIGITAL**

**DEPARTAMENT DE PREHISTÒRIA  
FALCULTAT DE FILOSOFIA I LLETRES  
UNIVERSITAT AUTÓNOMA DE BARCELONA**

**DIRECTOR: DR. JORDI ESTÉVEZ ESCALERA  
AUTORA: CARME FORMIGÓN ROIG**

**SEPTIEMBRE DE 2010**

## 1. Introducción

El objetivo de esta tesis es el de demostrar con un ejemplo concreto el cómo se puede resolver en Arqueología un problema metodológico de una manera relativamente sencilla, ofreciendo una solución instrumental concreta enfocada desde la Arqueología y sin necesidad de recurrir a profesionales de otras especialidades. Aunque se pretende plantear esta tesis como un ejemplo de lo que se podría hacer en general en otros dominios del registro arqueológico, la cuestión que enfrentamos como ejemplo ha surgido desde la Arqueozoología: ¿es imprescindible tener *hoy día* (con los nuevos recursos técnicos que tenemos) una colección de comparación para realizar un trabajo arqueozoológico? Este trabajo se presenta como una herramienta eficaz para facilitar la identificación de los restos de fauna arqueológica. Se trata de un soporte al análisis del material arqueofaunístico, realizado desde la perspectiva arqueológica y, aunque frecuentemente podamos remitirnos a otras ciencias y técnicas, nuestro objetivo y nuestra preparación académica no es la informática, la biológica o la veterinaria, sino la arqueológica.

Cuando nos enfrentamos al análisis taxonómico de la fauna arqueológica, a los arqueólogos/as nos aparecen una serie de problemas metodológicos, a parte de la tarea del análisis en si mismo: nos remitimos a una colección de referencia que, por muy variada, puede resultar incompleta, ya que precisamente, de la muestra que tenemos delante, no encontramos referencia.

Contamos también con diferentes atlas osteológicos – arqueológicos, veterinarios, paleontológicos – con los cuales hemos elaborado nuestra propia bibliografía de referencia. Una especie *hand made* funcional, que mimamos con cariño y que actualizamos constantemente con las – propias o no - aportaciones.

Así, coleccionamos un dossier muy práctico, al que siempre le falta algún dato.

Poco a poco las nuevas tecnologías han proporcionado herramientas suficientes para mejorar nuestro altas *hand made*: la fotografía digital permite tomar imágenes mucho más precisas y ampliadas de los caracteres morfológicos de un resto determinado de fauna y establecer referencias más exactas que un dibujo.

Podemos elaborar archivo informático por medio de una colección de imágenes digitales. Además, podemos intercambiar estas imágenes con otros profesionales, aunque estén en la otra parte del mundo, trabajando en el sitio arqueológico más recóndito y apartado. Éstos/as, a su vez, podrían comenzar la diferenciación taxonómica de sus muestras de fauna, remitiendo, a la vez, nuevas imágenes, si es de su interés.

Las posibilidades de la informática aumentaron nuestras expectativas: nos planteamos ir más allá de los trabajos realizados hasta el momento. Nos propusimos elaborar un nuevo atlas, interactivo, funcional y, lo que es más importante, abierto a toda la comunidad arqueológica. Nos exigimos trabajar con la tecnología que teníamos a nuestro alcance, aunque todos/as conociamos otras alternativas mucho más espectaculares, pero fuera de nuestro alcance, sobre todo desde el punto de vista económico.

Aunque existen ya algunos ensayos parecidos (vinculados básicamente con la docencia veterinaria) este atlas arqueozoológico tendría que tener unas características básicas diferenciales: ser útil para la comunidad arqueológica, fácil de manipular para añadir o eliminar información por parte de los arqueólogos/as que lo pudieran utilizar y fácilmente transportable a cualquier punto del planeta. Esto implicaba que lo había de concebir un arqueólogo/a conocedor del trabajo que implica la determinación taxonómica de la fauna arqueológica.

Bajo esta perspectiva iniciamos la elaboración de este trabajo. Muchas veces tuvimos que volver sobre nuestros pasos, abandonar una o otra técnica, “inventar” soportes para poder tomar las imágenes deseadas o exigir a algunos programas informáticos más de lo realmente que podían ofrecer. En el laboratorio de Arqueozoología en el que se ha desarrollado este trabajo se venía explorando desde hace tiempo este problema y desde que empezamos este trabajo hace ya más de cinco años, el desarrollo de los soportes informáticos ha sido vertiginoso y a pesar de que el desarrollo de la programación ha tenido un ritmo más lento, la comercialización ha ido introduciendo una serie de readaptaciones, no siempre necesarias y a menudo banales pero que nos han obligado a rediseñar el sistema. Así esta tesis tiene también, sin pretenderlo en principio, un carácter histórico de cómo han ido cambiando las circunstancias tecnológicas a lo largo de estos últimos años. Existen hoy ya una serie de experimentos que permiten augurar

las direcciones futuras: así por ejemplo podemos pronosticar que el uso de escaneres 3D van a incidir positivamente en nuestra especialidad pero para que este nuevo aparataje se generalice y pueda ser utilizado fluida y normalmente en Arqueozoología hará falta cierto tiempo y un nuevo desarrollo de los soportes informáticos así como de la formación misma de las personas involucradas en la Arqueología. Si lo primero es predecible la segunda condición parece estar cada vez más lejos de producirse, a juzgar por las tendencias observadas actualmente en la llamada “docencia superior”.

Finalmente presentamos este atlas, no sin tener en cuenta que se trata de una herramienta útil, exclusivamente. Pretendemos facilitar la tarea de identificar los restos de fauna arqueológica, no la de realizar un análisis taxonómico completo.

La práctica en el laboratorio, en la excavación y con ejemplares de referencia es básica para una correcta identificación: la decisión es del profesional, todavía. La máquina puede ayudar, extraordinariamente. Pero el cerebro humano toma la decisión final del resultado. De momento.

Antes de empezar, sería necesario efectuar una serie de reflexiones al respecto del marco conceptual.

## **2. Los restos arqueológicos**

La Arqueología tiene como objetivo el conocimiento de la dinámica de las sociedades pasadas, sus cambios y transformaciones. Es una ciencia social que investiga la regularidad temporal de la acción colectiva de un grupo humano en un determinado contexto. (Lumbreras 1981, Estévez et al. 1998, Saña 1998, Gassiot 2001, Barceló 2002)

La identificación de la secuencia temporal de esta dinámica social del pasado, es la base de la investigación histórica y arqueológica. (Mameli, 2004)

Los seres humanos desarrollan un conjunto de actividades destinadas a satisfacer las necesidades de subsistencia y reproducción. Estas actividades son interacciones entre el ser social y el medio en que éste actúa por medio del trabajo, producto de una acción colectiva.

El testimonio material de la existencia social en un yacimiento arqueológico son los restos arqueológicos.

Por tanto, la investigación arqueológica debe rescatar la información relativa a la dinámica social que posibilitó la existencia de estos restos. Entonces, los restos materiales constituyen la evidencia de la acción colectiva y como tales se han de analizar.

Desde la Arqueología, pretendemos investigar cuales son las irregularidades y anomalías que presenta un yacimiento arqueológico, que, bajo el prisma de la actividad humana - del trabajo desarrollado - ha modificado el entorno en un determinado momento y con continuidad a lo largo de una secuencia temporal.

Los grupos humanos han transformado los recursos naturales en objetos útiles para satisfacer sus necesidades vitales. Por tanto, los restos arqueológicos generados por estas sociedades no son únicamente un conjunto de materiales, si no que son el resultado de una serie de acciones, producto de procesos de trabajo para asegurar las necesidades del grupo humano, de acuerdo con una determinada estrategia organizativa. (Estévez, 2002)

El objeto de estudio de la Arqueología no se reduce a la identificación de las propiedades y del estado de los materiales, sino que se trata de ofrecer la razón de los

sucesos que posibilitan estas evidencias, a rescatar la información relativa a los procesos sociales que los hicieron posibles.

Los restos arqueológicos son productos sociales, resultado de acciones sociales de un grupo humano. Estos materiales se generaron en el pasado, y se recuperan en el presente para inferir en las dinámicas sociales y económicas producto del trabajo de estas sociedades pasadas. Si podemos acceder a la información sobre cómo estos individuos producen y se reproducen, podremos averiguar cómo constituyen formaciones sociales y cómo estas cambian y se transforman a lo largo de la secuencia temporal de ese sistema social. (Mameli, 2004)

En todo caso, la identificación y descripción de un resto arqueológico como producto social es el comienzo de la investigación arqueológica. Si no se tiene en cuenta la génesis humana de los materiales arqueológicos, dejan de ser considerados productos sociales y sólo se entienden como elementos físicos. (Lull, 1987)

Si no tenemos en cuenta esta base teórica, estaremos realizando erróneamente la investigación arqueológica.

Los restos arqueológicos – artefactos (Clarke, 1978)- son las evidencias materiales que han llegado hasta la actualidad generadas por el trabajo de un grupo humano para subsistir y reproducirse. Esta acción colectiva – el trabajo - permite a la sociedad apropiarse de la naturaleza – recursos - y modificarla. Los productos resultantes – restos arqueológicos - no serán más que elementos naturales modificados y aprovechados por la decisión de un grupo humano para conseguir unas características específicas y no otras, con la finalidad de poder llevar a cabo un trabajo (la continuidad de la actividad social). Paralelamente, el registro arqueológico incluye elementos bióticos que, aunque originalmente son ajenos al grupo humano, se transforman (como tales restos) como consecuencia directa del asentamiento humano. Son restos colaterales, ecofactos.

Así, los distintos procesos de trabajo quedarán reflejados en todos esos productos sociales, es decir, tanto en los restos arqueológicos como en los vestigios del entorno natural modificado.

La incidencia de la especie humana en la naturaleza ha generado cambios y transformaciones suficientes para modificarla, ya sea directa o indirectamente.

Estas modificaciones, aunque mucho menos evidentes y agresivas que las actuales, son claramente perceptibles: la agricultura y el pastoreo alteraron el medio natural en el Mediterráneo, la quema de bosques, la introducción de especies animales de otros ámbitos o la desaparición de especies animales y/o vegetales son el resultado de una modificación del ecosistema dónde los humanos se establecieron (Estévez, 2000). Por otro lado, el medio ambiente no es un componente pasivo, sino que está en continua modificación (procesos biológicos, geológicos) e interacción con la acción humana generando una reacción ambiental.

Los cambios en las propiedades de los artefactos, su discontinuidad en el tiempo, sus localizaciones, su distribución o su existencia o inexistencia serán un indicativo más de cambios sociales en los procesos de trabajo, consecuencia de unas relaciones sociales de producción. (Barceló, 2002)

Los materiales arqueológicos – entiéndase todos- son indicadores de una realidad social del pasado, aunque en este trabajo nos centremos exclusivamente en facilitar la identificación de sus características morfológicas.

Así pues, entendemos la Arqueozoología como un conjunto de procedimientos que, a partir del análisis de los restos de fauna recuperados en el presente, nos permiten hacer inferencias sobre las estrategias de subsistencia y de organización de grupos humanos del pasado. (Estévez, 1979; Saña, 1998; Mameli, 2004)

Durante los años 40, en países del Centro y Este europeo, se desarrollaron posiciones teórico-metodológicas distintas a las que regían la Arqueología en general, y a la Arqueozoología en particular. A partir de la década de los años 70-80, también comenzó a cambiar la concepción del estudio de la fauna arqueológica en la Península Ibérica: se reclamaba la integración de su estudio al conjunto de los materiales arqueológicos; se reivindicaba la necesidad de acceder al potencial de información social y económica que conlleva el estudio de los restos de fauna arqueológica. (Altuna, 1972; Estévez, 1979) El objetivo era el conocimiento social y en ello se invirtieron mucho tiempo y esfuerzos para cambiar la misma concepción arqueológica y en sus objetivos. Y, sobre todo, en demostrar esa necesidad (Vila y Estévez, 1989).

Durante demasiado tiempo, el análisis de los restos de fauna arqueológica se había limitado a series descriptivas descontextualizadas del resto de materiales, restringiendo su conocimiento simplemente a la categoría de objetos.

Hasta no hace mucho, todavía se podían encontrar listas de especies animales al final de algunas memorias de investigación. Todavía se pueden ver algunos trabajos centrados únicamente en la descripción anatómica y morfológica de los restos de animales sin más continuidad, careciendo de interés arqueológico.

Si obviamos las posibilidades de información que ofrece la fauna arqueológica sobre la dinámica social, estamos limitando el trabajo de investigación a la descripción de unos restos materiales, desvinculados totalmente del marco conceptual de la arqueología.

No se debe olvidar que, bajo el marco conceptual de la Arqueología se elabora el análisis arqueozoológico. Si se pierde esta referencia, también se pierde la finalidad de la investigación. Entonces, poco de lo que se planteará aquí tendría sentido. La integración de esta información al resto del registro arqueológico, permite abrir una vía al conocimiento de una determinada organización social y económica.

Por medio del estudio de la fauna arqueológica, es posible inferir en la forma de explotación, de distribución y de consumo de los recursos animales por parte de las sociedades pasadas. En los huesos de fauna arqueológica quedan reflejados toda una serie de procesos de trabajo: los restos de fauna son básicamente deshechos del proceso alimentario y consecuencia del uso de los animales como fuente de obtención de materias primas, como medios de trabajo o como elementos vinculados a la reproducción social e ideológica. La relación entre estas categorías nos acerca a la organización social, económica y espacial de los principales procesos de trabajo, de subsistencia, de mantenimiento y de distribución antes del abandono definitivo, ordenado a través de una red de relaciones sociales de producción y distribución (Estévez, 1995).

Actualmente, podemos afirmar que los restos de fauna arqueológica están considerados cómo una categoría más de los componentes del registro arqueológico. Esto no supone que hayan perdido el valor intrínseco *per se* (como residuos de partes de animales), si no que se ha extraído de estos restos la información social y económica además de la biológica, integrándola y vinculándola al resto de la interpretación arqueológica.

El soporte informático que ofrecemos en esta tesis, facilita el trabajo del arqueólogo/a en el momento de enfrentarse a la diferenciación de taxones animales (órdenes, familias y especies animales) mediante la comparación de los caracteres anatómicos, morfológicos y/o métricos para lograr su identificación y clasificación en ese plano biológico, pero no resuelve el acceso al conocimiento social.

Tampoco concluye la investigación arqueológica si no se integra la información obtenida al resto del contexto arqueológico, exactamente igual que para cualquier otra evidencia de una sociedad pasada.

### **3. Los instrumentos operativos multidisciplinarios**

El avance científico actual implica un reto para las ciencias de asumir nuevos objetivos impensables hace pocos años. La investigación ha adoptado técnicas cada vez más sofisticadas que ayudan a poder lograr objetivos más específicos y fiables. Y a la vez, se abre la posibilidad a formular nuevas hipótesis de trabajo más exigentes. Por tanto, una determinada técnica deja de ser permanentemente válida y se demuestra vulnerable mucho más fácilmente. Esto permite el avance, el cambio de estrategia, el contraste, la dialéctica y en definitiva, el arriesgarse a plantear nuevas ideas, nuevos objetivos.

Quizás el ejemplo más conocido es la medicina: la identificación del genoma humano, la detección precoz de enfermedades, el uso del láser para la cirugía no agresiva, las drogas contra el rechazo de órganos trasplantados, etc. son algunos de los avances desarrollados.

La medicina ha conseguido adoptar técnicas inicialmente no médicas (física, óptica, química, informática, mecánica, etc.) para alcanzar unos objetivos concretos.

Esto ha supuesto un largo trabajo de investigación por parte de diversos equipos de trabajo pluridisciplinarios, y en última instancia, de los profesionales de la medicina. Es decir, algunos médicos han dedicado su esfuerzo a la supervisión y la adopción de nuevas técnicas, que bajo el marco conceptual de la medicina, proponen alcanzar ciertos objetivos. Este trabajo ha supuesto – y supone - la experimentación, la modificación, la adaptación y la adopción o el rechazo de una técnica.

La Arqueología, como cualquier otra ciencia, emplea técnicas de otras ciencias, pero, muchas veces, sin adoptarlas como propias. Ese es el tema básico: se emplean técnicas con cierta seguridad funcional, pero no se interiorizan metodológicamente. Los cambios en los paradigmas teóricos reclaman el desarrollo de métodos científicos a través de la adopción de técnicas de trabajo distintas, tanto para la adquisición como para la interpretación del registro arqueológico (Enloe. 1995). Ello requiere otras alternativas metodológicas para poder interpretar el comportamiento humano a través de los restos físicos de un yacimiento arqueológico.

El remontaje es un ejemplo de estos métodos (Cziesla et al., 1990; Hofman; Enloe, 1992). También la osteometría puede intervenir decisivamente en la identificación de especies y subespecies o para distinguir por ejemplo el sexo de los animales o el estatus

salvaje/ doméstico de algunos mamíferos (Helmer, 1995). Hoy día también la bioquímica está abriendo todo un nuevo campo de investigación arqueozoológico.

Los estudios etnoarqueológicos pueden proporcionar uno de los mejores contextos para construir teoría de rango medio sobre la conducta humana (Binford, 1981). Permiten explorar de qué manera las técnicas analíticas y estadísticas utilizadas en arqueozoología exponen o distorsionan caracterizaciones sobre los conjuntos de fauna arqueológica. (Bartram, 1995) y también desarrollar y contrastar nuevos instrumentos conceptuales (Estévez y Vila, 1995).

Los estudios tafonómicos aparecen hacia los años 40 en la antigua Unión Soviética como una técnica paleontológica, consistente en el estudio del proceso de enterramiento y la formación de los yacimientos animales y plantas fósiles (Efremov, 1940). Desde la perspectiva arqueológica, los análisis tafonómicos incluyen necesariamente la investigación de las anomalías que presentan los restos de fauna de un yacimiento arqueológico por la acción de la intervención humana, permitiendo inferir información socioeconómica y de la dinámica de formación de un yacimiento: la información sobre la selección del animal, la adquisición, el descuartizamiento, la descarnación, la cocción, la distribución, el consumo, la dispersión, los procesos postdeposicionales, etc. (Klein; Cruz Uribe, 1984; Estévez, 1991; 2000; J. Martínez, 1993).

Los análisis taxonómicos<sup>1</sup> fueron uno de los objetivos básicos de la Paleontología. Tomándolos como referente, la identificación y clasificación de los restos óseos en Arqueología puede parecer proceso mecánico y estático, aunque, en realidad es bastante más “delicado”, ya que a partir de aquí, se irá construyendo una red de información estrechamente vinculada.

Taxónomicamente, un fémur de una cabra doméstica no tiene más que una identificación: fémur de cabra (*Capra hircus*) En todo caso, podemos añadir que se trata del fémur derecho de una cabra juvenil, tal vez sin poder establecer el sexo del animal exactamente. Pero a menos que podamos definir e identificar correctamente el hueso por caracteres morfológicos discriminatorios, nos podremos confundir fácilmente con una especie salvaje o con otro animal parecido (*Ovis aries*, *Rupicapra rupicapra*).

---

<sup>1</sup> La clasificación taxonómica es un sistema de ordenación de los seres vivos basado en la nomenclatura propuesta por Carl Von Lineé en el siglo XVIII.

Por tanto, algunos de estos restos quedarán determinados bajo la clasificación de “ovicáprido” y otros en la categoría de “no determinados”. Esta indefinición puede hacer variar considerablemente la información sobre el grupo humano.

Si además el mencionado fémur no está completo, si sólo contamos con parte de la diáfisis, que tiene trazas de corte, está quemada, ha sido roída, ya no estamos sólo frente a un fémur derecho de cabra, aportado tal vez por los humanos al yacimiento, si no frente a un hueso de animal que por las trazas antrópicas, es un producto social de un grupo humano, que ejerció sobre él un trabajo para aprovecharse de la piel, la carne, el tuétano y que luego desechó el hueso de la cabra en cuestión. Por tanto, el fémur derecho de cabra adquiere un significado mucho más amplio que la mera identificación anatómica.

La identificación taxonómica puede llegar a ser fundamental si procedemos a ir más allá de una simple clasificación de los restos arqueológicos. La cosa se complica si queremos extraer la información referente al grupo social que alimentó, que mató y que consumió el animal. Su localización en el yacimiento arqueológico, la dispersión del esqueleto del mismo individuo, el tipo de descuartizamiento, etc. nos permitirá poder inferir la organización social del grupo humano (quien lo alimentó, quien lo mató y como lo descuartizó, como se repartió y quien se lo comió y que pasó después). El contraste y la inclusión de esta información a la que ofrezca el resto del registro arqueológico, posibilitará un conocimiento mucho más preciso de la dinámica de la sociedad pasada.

Evidentemente, no estamos tratando de simplificar la investigación arqueológica, si no de evidenciar la importancia de una correcta identificación de los restos de fauna como paso inicial que permitirá ir más lejos en el proceso de construcción del conocimiento. En la identificación taxonómica, se emplea la experiencia personal con colecciones de referencia, atlas veterinarios, referencias biométricas, remontaje, estudios anatómicos, etc. Hoy en día, en algunos, casos se puede llegar incluso a identificar el ADN fósil o identificar proteínas específicas. Pero cualquier otro método, técnica, consulta o soporte será válido si nos resuelve nuestra duda. Puede, incluso, que así encontremos una alternativa mucho más eficiente para llevar a cabo la investigación.

Todas y cada una de las técnicas que se utilicen en Arqueozoología, o en cualquier otra ciencia, pueden y deben de ser cuestionadas constantemente, aunque no desestimemos su capacidad heurística. Toda la información que proporcione la utilización de una

técnica, enriquece nuestra atención hacia variables capaces de aportar un nuevo potencial informativo para desarrollar otro método más preciso.

Si no se consigue proponer y desarrollar nuevas metodologías de trabajo, se perderá la razón de ser de la investigación científica: el conocimiento implica constantemente nuevos retos, implica la capacidad de objetivar y de reconocer las carencias y de abandonarlo, si es necesario.

Uno de los soportes técnicos universalmente utilizados por todas las ciencias en la actualidad es la informática. Nos referimos a la informática desde el punto de vista de usuarios, de tener un cierto conocimiento de los programas desarrollados comercialmente y de las posibilidades que puede ofrecer a la Arqueología.

Desde el momento en que se proyecta una excavación, actualmente resulta imprescindible contar con un ordenador. La cantidad de información que puede almacenar un ordenador, la rapidez para el contraste de datos, la facilidad del acceso y cruce entre ellos, la posibilidad del acceso a través de Internet, de intercambio o de eliminación de errores formales de cálculo son algunas de las razones por las cuales se ha generalizado su uso.

Inicialmente fue el mundo político-militar y empresarial los que generaron una primera demanda a nivel informático. Tiempo atrás, cada usuario poseía su propio software. En la actualidad, los programas informáticos han unificado lenguajes y formas. La informática se ha adelantado a las necesidades empresariales desarrollando programas más sencillos a nivel de usuarios y más universales que ofrecer al mercado, en general. Pero también se han desarrollado aplicaciones informáticas específicas, guiadas por las necesidades concretas o las propuestas de investigación de una determinada ciencia y supervisadas por profesionales de esas ciencias.

La Biología, la Medicina, la Química, la Geografía, los medios de comunicación, etc. han adaptado y adoptado los recursos informáticos a sus métodos, aunque la base sea un mismo software.

La utilización de la informática en Arqueología es, actualmente, casi indispensable: sería sencillamente imposible barajar la gran cantidad de información de forma conveniente si no contáramos con los ordenadores.

Así, los profesionales de la informática se esfuerzan en “avanzarse” a las necesidades del mercado para ofrecer un software específico, lo cual les puede repercutir en importantes beneficios económicos.

No pretendemos con esta afirmación ser ingenuos/as: la arqueología no genera beneficios tan suculentos como para pretender que las nuevas tecnologías llamen insistentemente a nuestra puerta. Pero es evidente que existen y las necesitamos si pretendemos ir más allá en la investigación arqueológica.

El problema vuelve a ser, en parte, conceptual: si se modifican y amplían los objetivos tradicionales, si la investigación arqueológica se dirige hacia enfoques económicos y sociales, también hemos de redirigir la metodología hacia nuevas formas de investigación que implican – necesariamente – la adopción de técnicas más novedosas (Vila y Estévez, 1989).

Cuánto más se exige a una ciencia, más particulares son las respuestas y menos se coincide con los objetivos de otra ciencia. Cuanto más se profundiza en el conocimiento social y económico de un grupo humano desde un punto de vista arqueológico, más se distancia del objetivo de otras ciencias.

La arqueología puede – y debe - apoyarse en ámbitos económicos, sociales, filosóficos, médicos, ecológicos, geológicos, veterinarios, zoológicos, ecológicos, biológicos, informáticos. Puede contar con la ayuda de paleontólogos/as y naturalistas. Puede adaptar técnicas y procedimientos que, ni tan siquiera, estén catalogados dentro de estas categorías. Y de hecho, lo hace en muchas ocasiones, pero no siempre bajo la propia entidad arqueológica.

El avance técnico debe ser adoptado por la arqueología. Es una cuestión de necesidad. La forma de hacerlo es una cuestión de concepto.

Aunque en muchos casos se postule el uso de nuevas técnicas y soporte tecnológico, el/la profesional de la arqueología carece de formación, de recursos y de tiempo para poder abarcar este amplio enfoque de investigación. El arqueólogo/a es un científico de la historia, y esto requiere de un cúmulo de conocimientos y experiencias que, en la práctica, resultan muy difíciles de adquirir: la investigación arqueológica necesita – cada vez con mayor insistencia- profesionales especializados, pero desde el propio ámbito arqueológico.

Se trata de llegar al conocimiento global de la sociedad pasada, es decir, a la integración de la investigación de todas las variables posibles que ofrece el registro arqueológico. Y tan válidos son los restos de cerámica, líticos, humanos o de macrofauna, como los sedimentos, la microfauna, el polen u otros elementos del medio natural para contribuir al conocimiento de la dinámica social. La integración de todos estos estudios ha de ser dependientes, contrastados y verificados desde la Arqueología.

Y las técnicas son necesarias, o más que eso: imprescindibles. Y el conocimiento y la utilización de las técnicas requieren de una inversión personal en formación que no siempre es fácil. Por otro lado, el acceso a una tecnología en constante avance implica una práctica continuada del propio arqueólogo/a en su utilización y adaptación a los objetivos arqueológicos.

Por tanto, se plantean dos alternativas: o bien profesionales de otras ciencias - biólogos, paleontólogos, químicos, geólogos, veterinarios, médicos, etc. - se muestran aficionados a la Arqueología, o bien arqueólogos/as se muestran interesados en conocer las técnicas y los métodos que otras ciencias han desarrollado para aplicarlas a la investigación arqueológica.

La más lógica sería que los mismos arqueólogos/as se pudieran especializar en los análisis concretos de los distintos elementos que componen el registro arqueológico.

La mejor alternativa debería ser una formación multidisciplinar.

Actualmente, al contrario de la tendencia que se está implementando, el *currículum* universitario debería ser extraordinariamente flexible y tender a ofrecer a su alumnado alternativas de estudio de materias de otras carreras distintas a las que se ha elegido, complementarias para su formación. Desde la Universidad habría que posibilitar esta especialización, el acceso de los estudiantes de Arqueología al resto de los estudios universitarios: cursos, seminarios, prácticas, etc. de manera que su formación específica corra en paralelo a sus estudios histórico-arqueológicos en sus facetas más clásicas.

El objetivo es que los laboratorios de arqueología o – desde un concepto más ambicioso- centros de investigación arqueológica, sean los que coordinen este trabajo y arqueólogos/as quienes lo dirijan, siempre bajo una perspectiva arqueológica.

Esto no implica forzosamente que sean los mismos profesionales de la arqueología quienes desarrollen esas técnicas, si no quienes formulen su validez bajo el marco conceptual de la arqueología.

Nadie cuestiona que en el ámbito de la investigación de la medicina sea una médica la persona que compruebe, modifique y adapte la tecnología a su ámbito de trabajo. Tampoco se debería cuestionar que un arqueólogo/a haga lo mismo. Pero es necesario conocer los recursos de los que se dispone.

De esta forma, los centros de investigación arqueológica, además de llevar a cabo la coordinación de la investigación, actuarían también como ámbitos de desarrollo y adaptación de técnicas de soporte a esta investigación. La formación continuada de los profesionales de la Arqueología podría – y debería - coordinarse desde estos centros.

#### **4. Arqueozoología: la identificación de fauna arqueológica**

En el caso de la Arqueozoología, es obvio pensar que un arqueólogo/a no posee necesariamente una preparación específica para identificar correctamente de los restos de fauna arqueológica. Además existen procesos tafonómicos que pueden alterar substancialmente los huesos de animales y complicar su identificación (Estévez y Martínez, 1990; Martínez, 1993).

Por otra parte, también es obvio reclamar que estos análisis se elaboren desde el punto de vista de un profesional de la arqueología. Los objetivos de la Biología o de la Veterinaria son, simplemente, otros. Esto no significa que estas otras disciplinas no puedan tener interés en el estudio de la evidencia arqueozoológica, la cual puede contribuir al conocimiento de su propio objeto de estudio (la evolución de los animales, de las epizootias...). Si desde la propia Arqueología no se desarrolla un interés y unos objetivos de conocimiento propios a partir de los restos de fauna, simplemente esa evidencia será “tomada” con unos objetivos divergentes por esas otras disciplinas.

Entonces, ¿cómo podemos llevar a cabo este primer paso para la identificación de la fauna arqueológica los arqueólogos/as? Resulta sencilla la respuesta: con mucha práctica y ayudándonos de soportes, tanto osteológicos procedentes de individuos actuales como bibliográficos de otras ciencias, en general y de la Biología y la Veterinaria, en particular. Y, de hecho, con todo lo pertinente que esté a nuestro alcance para lograr la correcta identificación.

Afortunadamente, encontramos algunos trabajos pioneros en la identificación de fauna específicamente arqueológica. Se trata de atlas y trabajos de consulta indispensable para conseguir los objetivos arqueológicos (Cornwall, 1964; Boessneck *et al.*, 1964; Lavocat, 1966; Payne, 1969; Chaplin, 1971; Schmid, 1972; Poulain, 1976; Estévez, Saña y Weinsok, m.s.; Klein y Cruz-Urbe, 1984; Brothwell y Higgs, 1980; Estévez, 1984; Davis, 1987; Searfoss, 1995, entre los más destacados).

En algunos casos, se trata de trabajos realizados por y para arqueólogos/as y resultan muy detallados y útiles para la diferenciación de especies.

Incidiremos en algunas de las obras más utilizadas en arqueozoología para la diferenciación taxonómica de las especies. Comenzaremos analizando y diferenciado

algunos de los atlas elaborados con objetivos arqueológicos de los que corresponden al ámbito paleontológico o veterinario, pero que a menudo resultan muy útiles en el análisis taxonómico.

De los estudios realizados desde el punto de vista arqueológico, destacamos los contenidos en el libro editado por Brothwell y Higgs (1980), los cuales compilan entre otros un trabajo mucho más amplio realizado por Boessneck, Müller y Teichert (1964). Este trabajo se centra en la diferenciación osteológica entre ovejas y cabras recogiendo los resultados de las últimas aportaciones realizadas hasta aquel momento. Aunque se incide específicamente en las diferencias más significativas entre los cráneos, atlas, axis, escápulas, húmeros, las epífisis distales de los radios y las ulnas, pelvis – de machos y de hembras – fémures, tibias, talus, calcáneos, metapodios y falanges, esta obra resulta muy útil para conseguir una información respecto a la diferenciación osteológica de estas dos especies.

Junto a este trabajo, también cabe citar al de W. Prummel y H. J. Frisch (1986), referente a la diferenciación entre cabras y ovejas.

E. Schmid (1972), publicó el “Atlas of animal bones for Prehistorians, Archaeologists and Quaternary Geologists”. Este trabajo excelente y pionero, partió con la finalidad de incluir, no solo los esqueletos de los animales domésticos, - como los textos veterinarios – sino también de algunos animales salvajes. Para ello la autora, con la colaboración del Naturhistorisches Museum y la Universidad de Basel (Alemania), analiza sobre dibujos las distintas partes del esqueleto de caballo, buey, ciervo, oveja, cerdo, lobo, oso, castor y conejo. Añade también el esqueleto humano y el de *Gallus*.

Agrupando los diferentes elementos del esqueleto por partes anatómicas, los compara y define las diferencias más significativas. Un aspecto a tener en cuenta es que, desde el punto de vista de la lateralidad, siempre toma como referencia hueso izquierdo. Una parte de su trabajo -muy significativa- está dedicada a la comparación de los dientes de distintas especies y sus pautas de crecimiento y de desgaste. Pero sobre todo no descuida la faceta arqueológica de la investigación y toda la primera parte está dedicada a demostrar cómo se pueden sacar conclusiones socio-económicas de conjuntos arqueozoológicos de época clásica.

J. Estévez, M. Saña y J. Weinsok elaboraron, desde el Laboratorio de Aqueozoología y la Facultad de Veterinaria de la Universitat Autònoma de Barcelona, un trabajo de recopilación de datos referentes a la diferenciación de cabras, ovejas y rebecos. Aunque está pendiente de publicación, este trabajo fue el punto de partida de otros posteriores, como explicaremos más adelante.

S.J.M. Davis (1989), publicó un trabajo dedicado específicamente a Arqueozoología. Aunque no se trata de un atlas de diferenciación osteológica de las especies animales, el autor incide en la primera parte del libro en la investigación de la estructura de los huesos y dientes, lo cual resulta sumamente útil en el proceso de la definición taxonómica de los restos arqueozoológicos.

R. G. Klein y K. Cruz-Urbe (1984), si bien dedican una parte de su trabajo a la identificación taxonómica de la fauna arqueológica, centran su interés en el potencial de información que contienen los datos obtenidos. Los autores insisten en la utilización de la informática – incipiente en aquel momento – para lograr un trabajo más ágil y con resultados más acertados. Proponen un sistema de programación en lenguaje Basic, para el que no se necesita ser un experto en programación informática. Esto generó un avance importante en la utilización de computadores para la interpretación de los estudios taxonómicos y taxonómicos en arqueozoología, aunque, ya en esos momentos, se estaba trabajando en la utilización de la informática en este ámbito también en el Laboratorio de Arqueozoología de la UAB, como veremos más adelante (Estévez y Guillamon, 1984).

La necesidad de este tipo de trabajos se demuestra por el hecho de la publicación de compilaciones como la de Asquerino (1991).

Son mucho más numerosos los libros dedicados a la identificación de esqueletos de vertebrados americanos (por ejemplo: Searfoss, 1995; Elbroch, 2006.).

La publicación de atlas anatómicos del esqueleto se remonta al siglo XIX (p.e. St. G. J. Mivart, 1881; Flower y Gadow, 1885...) y sería extremadamente largo revisar todos los trabajos editados en este tema. Para la Arqueología prehistórica uno de los primeros trabajos que resultó extraordinariamente útil fue el atlas de E. Hue (1907) especialmente dedicado a la fauna del Cuaternario europeo. En la misma línea paleontológica se editó el manual de Lavocat (1966). J. Pales y C. Lambert (1976) elaboraron un atlas osteológico por medio de una serie de láminas de gran tamaño dedicadas a la

comparación del esqueleto de diversos animales, tanto salvajes como domésticos aunque muy dirigido hacia la Paleontología del Cuaternario. Aunque se trata de dibujos detallados y en la medida de lo posible a escala natural, su presentación en soporte en papel de gran formato dificulta una consulta ágil y rápida.

Pero a menudo nos seguimos remitiendo a atlas veterinarios como herramienta básica de nuestro trabajo: es el caso de la obra de R. Barone (1976), dedicada al estudio de la anatomía comparada de los mamíferos domésticos. Se trata de un trabajo ampliamente ilustrado, que define las características de cada hueso, especificando las diferencias esqueléticas entre diversos animales y utilizando la terminología específica del ámbito veterinario (*Nomina Anatomica Veterinaria* [1963], (1975)), pero limitado a animales concretos (Buey, caballo, asno, cabra, oveja, cerdo, perro, gato y en algunos casos, conejo) Desde el punto de vista arqueozoológico, este ha sido – y es- uno de los trabajos más utilizados para la diferenciación taxonómica de la fauna arqueológica doméstica, ya que utiliza descripciones muy ajustadas sobre las diferencias osteológicas de cada especie. También incluye dibujos muy detallados de cada hueso así como de sus articulaciones.

Otra fuente de información utilizada son los Cuadernos prácticos de Osteología Veterinaria de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia (1995). Sobre imágenes reales de huesos de animales diversos, se localizan las distintas estructuras óseas de los esqueletos, utilizando la terminología veterinaria. Resulta muy útil, desde el punto de vista arqueozoológico, para determinar los puntos diagnósticos diferenciadores entre diversas especies animales más comunes.

Actualmente, podemos acceder desde Internet a trabajos – o a sus referencias - muy interesantes: a Atlas osteológicos veterinarios o incluso a manuales de radiología veterinaria que pueden ser muy útiles. También existen algunos atlas innovadores, como el trabajo de la Academia de Ciencias de California o el Atlas Interactivo de la Osteología del perro, presentado por la Universidad de Córdoba, con el patrocinio de una conocida marca comercial (Monterde, 2010).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Ver otros resultados desde un buscador en Internet: “Atlas osteológicos veterinarios”, “Animals Skulls”, entre otros.

Recientemente, siguiendo nuestra iniciativa, un equipo de la facultad de Veterinaria de la Universitat Autònoma de Barcelona ha instalado en Internet otro atlas osteológico de los mamíferos domésticos con una finalidad explícitamente didáctica a partir de la colección de referencia de dicha facultad (López, et al. 2008). El atlas, fácil de utilizar on line, como requiere su objetivo, recoge fundamentalmente el esqueleto de équido con algunas comparaciones al esqueleto de rumiantes y al del perro. Consiste en una serie de imágenes en formato pdf *linkadas* y con la nomenclatura anatómica veterinaria en forma de comentario ligado.

Todos estos trabajos tienen sus ventajas e inconvenientes: usualmente, un atlas osteológico muestra una serie de dibujos de los huesos de animales. Frecuentemente van acompañados de una descripción literaria en la que, aunque se describen muy detalladamente estos huesos, se utiliza un lenguaje específico – veterinario – con el que el arqueólogo/a debe familiarizarse. Este es un *handicap* añadido a la tarea de la identificación. A su vez, son limitados, es decir, muestran solo algunas especies y los huesos desde unas perspectivas también concretas. Por la comparación de caracteres morfológicos, describen familias de la misma especie, utilizando siempre el mismo lenguaje específico. Esta limitación implica redundancias y repeticiones de las especies más comunes, mientras que la incorporación de otros animales quedan pendientes hasta la revisión del atlas y la nueva publicación, lo cual, en la mayoría de casos, tarda en suceder.

Una alternativa al uso de los profesionales de la arqueozoología es la elaboración de su propio material de consulta: se trata de formalizar un atlas funcional para el trabajo de identificación de la fauna arqueológica, integrando la bibliografía existente, es decir, confeccionar un atlas propio de manera que, según se va necesitando, se van incluyendo las distintas especies animales, así como – lo más importante – se van incorporando las aportaciones que se realicen desde el punto de vista taxonómico.

Éste es un material muy valioso. En primer lugar porque se trata de una fuente de consulta elaborada en base a objetivos arqueológicos (ni biológica, ni veterinaria), y, en segundo lugar, porque puede actualizarse indefinidamente, añadiendo la información derivada de otras investigaciones arqueológicas.

Otro tema es la colección osteológica de referencia con que se cuente. Tradicionalmente se ha utilizado el recurso de poseer una gran colección osteológica de referencia como

base del trabajo taxonómico. Este ha sido un objetivo importante durante muchas décadas desde la época del coleccionismo en la que comenzaron los grandes museos nacionales de ciencias naturales y que proporcionó la base para el desarrollo de esas ciencias. En los comienzos de nuestra disciplina era imprescindible contar con una numerosa colección de esqueletos de animales para poder acceder a la identificación de la fauna arqueológica por comparación. Pero existen algunos problemas y dudas.

¿Cuándo está completa una colección de referencia? ¿Cuándo alcanza cuantas especies? Estas preguntas no tienen una fácil respuesta: los yacimientos arqueológicos pueden representar una gran diversidad de ecosistemas y especies, aunque estén situados en un mismo momento cronológico. A su vez, el análisis se complica con la dualidad salvaje-doméstico de una misma especie, con la fragmentación de los restos, los procesos tafonómicos, las patologías, la diferenciación etaria, sexual, racial, etc. En definitiva, una variabilidad que, en suma, se puede llevar al nivel de cada ejemplar.

Una colección de referencia precisa de mucho tiempo y esfuerzo humano. La recogida de restos de esqueletos de animales enteros no es fácil, y usualmente implica un trabajo de campo y la relación con ganaderos, mataderos o parques naturales.

El esfuerzo del arqueozoológo/a hace el resto: se localizan cadáveres de animales o bien, se utilizan los contactos con otros laboratorios de arqueozoología, de veterinaria o de zoología para “intercambiar” elementos e incluso se recurre a empresas especializadas en la preparación de ejemplares.

Posteriormente a la eliminación de todos los restos no óseos, vendrá la limpieza, el siglado, la catalogación y el archivo. Es una tarea que conlleva constancia, perseverancia y, sobre todo, tiempo para poder obtener una muestra completa y variada. También requiere un espacio adecuado para poder tratar y guardar todos los individuos recuperados.

Si añadimos la variabilidad temporal de los distintos procesos utilizados para la eliminación de los restos no óseos de un esqueleto (desde varios días por ebullición a varios meses por inhumación del animal, dependiendo de su tamaño), tanto la dedicación del investigador como la necesidad de espacio en el laboratorio se multiplica extraordinariamente.

Aún así intentaremos coleccionar un buen número de esqueletos de animales, pero posiblemente, nunca lleguen a ser suficientes, lo cual nos obligará, en un momento u otro, a la consulta de los tradicionales atlas o requerir la ayuda de colegas que

dispongan de más experiencia o de una colección entre la que se encuentren las especies que sospechemos puedan corresponder a los restos cuya clasificación se nos resiste.

El caso se complica cuando se trata de coleccionar muestras osteológicas paleolíticas, al ser fauna extinguida y proveniente de ecosistemas desaparecidos.

Tampoco hay que desestimar la dificultad de coleccionar fauna actual: en la mayoría de ocasiones proviene de la colaboración entre diferentes Facultades, Parques Naturales, Museos de Zoología o la Gobiernos Locales y Autonómicos o incluso de otros países.

La normativa sanitaria actual, por ejemplo, en Catalunya es muy estricta respecto a los análisis y tratamiento que deben recibir los restos de animales antes de poder integrar un esqueleto en la colección de referencia. Esta es hoy otra dificultad añadida.

La colección de referencia, además, es un producto estático, es decir, no puede ser transportada o trasladada fácilmente de un lado a otro hasta un yacimiento, y menos si se trata de un lugar de difícil accesibilidad como una sima por ejemplo. Este aspecto también condiciona el análisis arqueozoológico, dado que se añade a las dificultades de movilidad y transporte de los restos arqueológicos, y ya sea por legislación patrimonial o por las características del sitio, lo que puede implicar, incluso, dejar los restos *in situ*.

Los laboratorios peninsulares de fauna arqueológica tuvieron como un primer objetivo disponer de una colección de referencia “completa”. Este hecho prestigiaba, en cierto modo, el acceso a la información: la identificación correcta de las especies animales representada en un yacimiento arqueológico requería de una “completa” colección de referencia. Incluso se llegó a considerar que una colección osteológica de comparación resultaba imprescindible para llevar a cabo la investigación arqueozoológica del conjunto de fauna de un yacimiento (Altuna, 1995).

Durante muchos años, el laboratorio de fauna arqueológica de la UAB en Barcelona ha ido añadiendo ejemplares a su colección de referencia. Actualmente no podemos afirmar que se trate de una colección “completa”. Así y todo, cuenta con unos 1.000 ejemplares entre mamíferos, reptiles, peces y aves, abarcando muestras de fauna de varios continentes.

Sin embargo frente a las dificultades, la infinitud de la variabilidad potencial que hemos mencionado, y dado el carácter arqueológico prioritario de la investigación, nos

preguntamos: ¿hasta cuándo debe enfocarse la prioridad de la actividad en la constitución de esa colección de referencia? ¿Si no existe un ejemplar de referencia, no es posible identificar un resto de fauna arqueológica? ¿Los requerimientos iniciales de la disciplina del siglo XIX nos siguen condicionando de la misma manera hoy día, en la Era de la Información y de las comunicaciones? Simon J.M. Davis, argumenta literalmente: “Si no existen colecciones comparativas, hay buenos atlas de huesos” (Davis, 1989).



**Figura 1:** Vistas parciales de la colección osteológica de referencia del Laboratorio de Arqueozoología de la UAB (2009).

Volvamos al tema del concepto: la colección osteológica del Laboratorio de Fauna Arqueológica de la UAB es una colección de referencia, no de comparación. Buscamos los referentes de los esqueletos de individuos actuales para identificar a los restos de fauna arqueológica. No pretendemos establecer comparaciones exactas entre unos y otros.

No desestimamos ningún recurso, ya sea arqueológico o no, (anatomía veterinaria, atlas osteológicos, estudios arqueológicos sobre fauna, etc.) que nos permita identificar los restos de fauna arqueológica. La concienciación de la necesidad genera la búsqueda de soluciones. Esa es la actitud científica.

Así se han podido ir adoptando otras técnicas a los análisis morfológicos de la fauna arqueológica: un ejemplo es la aportación de la biometría, la cual puede resultar imprescindible para definir morfológicamente especies muy próximas (p.e. *Vulpes vulpes*; *Vulpes ruppelli*; *Vulpes cana* en el Próximo Oriente. Helmer, 1995), diferenciar formas salvajes de las domésticas, o machos de hembras.

La elaboración de bases de datos basadas en la biometría (de huesos y dientes), en imágenes (tanto de huesos actuales, como de restos arqueozoológicos, de alteraciones tafonómicas, de puntos diagnósticos), en las distribuciones espaciales del conjunto arqueológico de yacimientos, etc. ofrecen alternativas complementarias que facilitan y complementan la identificación taxonómica.

De esta forma, sin perder nunca de vista los objetivos arqueológicos, - he ahí el *quid* de la cuestión - se pudo acceder a una colección de referencia cada vez más completa, aunque no estuviera físicamente en el mismo laboratorio de fauna.

Esta afirmación ha despertado algunas controversias, pero es evidente que la dedicación a completar grandes colecciones de referencia, ha representado un esfuerzo y un tiempo prescindible en el momento actual.

No se trata de “poseer” una gran colección de referencia, si no de acceder a la información necesaria para poder identificar los restos de fauna arqueológica. No se trata de comparar huesos, si no de poder encontrar las referencias necesarias para identificar correctamente las especies representadas en el registro arqueológico.

Es evidente que finalmente, al margen de los elementos de consulta, el factor que más puede influir en la capacidad de identificación taxonómica es la experiencia y la destreza personal. Si bien existen profesionales más hábiles que otros, - como en

cualquier otra ciencia – la experiencia personal juega un papel importantísimo en la determinación de los restos de fauna arqueológica: un foramen, una marca característica sobre la superficie de un hueso, la vista del tejido esponjiforme interno del húmero, una concavidad, torcedura, etc. revela, para una persona con experiencia, la determinación correcta de un pequeño fragmento de un hueso. Pero en algún momento, necesitará el apoyo de un soporte – atlas, intercambio de información con otros profesionales – para acabar el proceso. La identificación de los restos de fauna requiere de un trabajo ágil y preciso. Esta identificación será básica para pasar posteriormente a otros tipos de análisis arqueofaunísticos, más complejos. En definitiva, la agilidad y el acierto en la identificación de restos de fauna arqueológica, depende mucho de la práctica y de la habilidad de quién los analice.

Debemos reducir al máximo la etiqueta de RNI (Resto no identificado) y la identificación de un resto de fauna es posible, siempre que busquemos el recurso adecuado o seamos conscientes del nivel de determinación al cual es posible llegar con la experiencia y los recursos disponibles y, por supuesto ajustemos la definición taxonómica a los objetivos arqueológicos planteados. Esta premisa, juntamente con la adaptación de los incipientes soportes informáticos, cambió la metodología de trabajo. Ya no se puede poner en duda. Tampoco hay marcha atrás. No es que hayamos de prescindir de “nuestra” colección de referencia, pero no debemos mitificarla y considerarla como único recurso para la identificación de los restos de fauna arqueológica.

Así, el arqueólogo/a, con los recursos de la bibliografía, de la colección de referencia y de su propia experiencia, es como se enfrentará al proceso de identificación taxonómica.

Cuándo un resto está en buenas condiciones para su identificación, no presenta muchos problemas: si no cuenta con un referente en la colección de referencia del laboratorio o con la experiencia personal suficiente, la bibliografía existente será suficiente para poder definirlo y seguramente, diferenciar ciertos puntos diagnósticos que facilitaran su identificación. El tamaño del resto puede ayudar también a su identificación.

El problema surge cuando se trata de un fragmento y/o de una especie poco usual en nuestro ámbito geográfico. Si estas condiciones se dan al mismo tiempo, y se encuentra

muy alterado tafonómicamente, ese resto tiene muchas posibilidades de formar parte de los “restos no identificados” (RNI). Y persiste la pregunta inicial: ¿esto qué es?

Llegados a este punto, resulta fundamental establecer el límite entre lo seguro y lo arriesgado: una identificación incorrecta podría comprometer definitivamente la conclusión del trabajo. Se trata de establecer el límite entre lo seguro y lo arriesgado y de partir de *lo general* para acabar en *lo específico* (Mameli y Estévez, 2004).

Por tanto, en ocasiones, el fragmento de fauna acaba identificado con las siglas RNI, o, como mucho, identificando la familia – mamífero, por ejemplo - y/o alguna parte anatómica (diáfisis/epífisis de hueso largo, hueso plano – escápula, pelvis- o fragmento de cráneo) Esto implica que el número de RNI puede aumentar considerablemente, ya no por no *poder* identificar el resto, si no por no *saber*, entendiendo el *saber* como no disponer de los recursos necesarios, ya sean de naturaleza humana, técnica o material.

Una vez identificados y codificados los restos de fauna, comienzan los recuentos: las cifras y las categorías, y será finalmente a partir de ellas, cuando se podrán realizar las abstracciones necesarias para llegar a la información social (Batram, 1995).

Así, un arqueólogo/a que quiera identificar taxonómicamente la fauna de un yacimiento deberá tener en cuenta varios factores:

- El soporte, ya sea en papel, en colección de referencia o en formato informático al que pueda acceder.
- La habilidad personal y la experiencia en la identificación.
- El estado de la fauna recuperada: unos restos muy fragmentados dificultan enormemente la identificación de las especies.
- Las alteraciones tafonómicas: distinguir y analizar la fauna recuperada teniendo en cuenta los procesos tafonómicos a que ha estado sometida.
- Las alteraciones recientes, producidas durante la excavación del yacimiento y el traslado de los materiales.
- La dispersión de la fauna arqueológica.
- El lugar de trabajo: el análisis de la fauna arqueológica requiere un espacio adecuado. No podemos “cargar” con toda la documentación, y menos, con la

colección de referencia. Por lo tanto, el trabajo se aplaza y se lleva a cabo, usualmente, fuera de la excavación.

- La magnitud de la muestra: la fauna arqueológica no se compone solamente grandes huesos de animales. La experiencia o los sistemas de recuperación implementados en el proceso de excavación pueden incrementar el número de los restos de fauna con muestras de microfauna, de peces o de otros animales de pequeño tamaño, que alteran considerablemente la interpretación socioeconómica del yacimiento, o que son productos indirectos del asentamiento humano. Podemos incluso afirmar que en todos los sitios arqueológicos, en los que la conservación lo ha permitido, existen restos óseos que no superan un tamaño microscópico y que potencialmente son (o serán determinables en algún momento por ejemplo a través de análisis bioquímicos) pero que no se recuperarán en el proceso de la excavación.

La realidad es que en cierto modo, la identificación de especies a partir de restos de fauna arqueológica fragmentada o muy fragmentada, quemada, roída, trabajada, o simplemente, afectada por la climatología y por el medio donde se encuentra, no es tarea fácil y requiere de la inversión mucho tiempo para alcanzar una cierta destreza.

Ya se ha comentado anteriormente la importancia de los datos arqueológicos a los que pretendemos acceder desde la arqueozoología. También se ha mencionado la necesidad que conlleva efectuar hipótesis de trabajo, conceptualizadas bajo el marco arqueológico. Es en este punto donde pretendemos ayudar, tratando de elaborar un soporte abierto a la participación de la comunidad científica arqueológica, dedicado inicialmente a facilitar la identificación taxonómica de las especies de fauna arqueológica.

## 5. El soporte informático

Cuando se utiliza una técnica se pretende alcanzar ciertos objetivos. Si no es suficientemente válida, hemos de mejorarla, probarla o simplemente, abandonarla y buscar otra.

Actualmente, el desarrollo de una técnica no es exclusivo de un ámbito científico concreto, aunque inicialmente se realice para acceder a finalidades de esa ciencia. En muchos casos, la Física, la Química o la Biología generan técnicas con objetivos variables. Precisamente esta variabilidad permite la adaptabilidad a marcos conceptuales distintos.

Un caso concreto podría ser el desarrollo de la informática, así como la adopción de los avances informáticos en el tratamiento de imágenes.

Si pretendemos poder acceder a más información sobre las sociedades pasadas, hemos de aprovechar la tecnología actualizada. Y de hecho, en muchos casos, está a nuestro alcance.

La informática - entre otras - ofrece una gran diversidad de posibilidades. Comprobamos este potencial muchas veces a lo largo del día: la televisión, la publicidad, el cine, la fotografía, el ocio, etc.

Pero es evidente que no se trata de utilizar la informática para seguir repitiendo la misma metodología, sin más. Se trata de poder avanzar realmente en Arqueología: en recuperar más y mejor información sobre los procesos de producción, distribución, consumo y abandono, sobre la estructura social, su dinámica temporal y el medio.

La teledetección en yacimientos, la automatización de registro de las variables espaciales, los análisis morfológicos, morfométricos y tecnológicos, la experimentación, la biometría, el remontaje, las relaciones espaciales entre los diversos materiales arqueológicos generan una gran cantidad de datos. El tratamiento informatizado de estos datos, la estadística, y sobre todo, la interrelación entre ellos, será la base de la interpretación y de discusión de los resultados (Vila y Estévez, 1989)

Actualmente, con la informática generalizada a nivel de usuario, la facilidad de intercambio inmediato de la información a través de Internet, los sistemas expertos, etc. se abren nuevas vías para conseguir los objetivos que, no hace demasiado tiempo, parecían inalcanzables.

Pero sin contar con estos avances, hubo quién se planteó esos objetivos. Otra cosa era cómo alcanzarlos. Pero lo más novedoso fue ver la necesidad de hacerlo.

A principio de los años setenta y como consecuencia de la escasez de estudios de fauna arqueológica distintos a los paleontológicos, se dirige la investigación arqueológica a la búsqueda del significado socioeconómico de los restos de fauna. Se trataba de ir más allá de los trabajos realizados hasta el momento intentando superar las limitaciones de los objetivos puramente paleontológicos.

Las contribuciones de Brothwell y Higgs (1963), Brothwell, Thomas y Clutton-Brock (1978), Bököny (1970), Chaplin (1971), Altuna (1972), Clason (1972), Matolcsi (1973), Uerpmann (1973), Clason (1975), la serie de trabajos de la escuela de historia de la veterinaria de Munich (la serie *Tierknochenfunde der Iberischen Halbinsel*), Morales (1976), Estévez (1979), y en general, las primeras reuniones del ICAZ, entre otros, fueron decisivas para el avance definitivo de la investigación arqueozoológica.

El análisis arqueofaunístico se propuso en base a la taxonomía, la tafonomía, el tratamiento estadístico, la comparación entre yacimientos y más tarde se añadió la distribución espacial de los restos, y se apuntó la necesidad de los remontajes, de la experimentación, de la etnoarqueología, etnografía y la etología y la reconstrucción paleoambiental, entre otros. Por primera vez surgían en la Península Ibérica enfoques distintos a los paleontológicos tradicionales, que, recogiendo también las nuevas tendencias europeas, podían conducir a replantear hipótesis sobre el desarrollo global del sistema de producción de las sociedades cazadoras-recolectoras y de las otras sociedades del pasado en general.

Este nuevo enfoque generaba una gran cantidad de datos. Su tratamiento estadístico suponía el empleo de nuevas tecnologías lo que, en aquellos momentos, era un tema bastante complejo.

Los medios eran pocos: el uso de la informática era muy novedoso y solía presentar muchos problemas en torno a la programación de software. Los ordenadores eran muy poco asequibles – sobre todo desde el punto de vista económico - para investigaciones de este tipo, pero desde entonces ha habido grandes avances tecnológicos en este campo de la informática.

La aplicación de la informática en la investigación arqueológica representó, en sus inicios, una clara visión de futuro.

En pocos años, los avances software y en hardware han sido espectaculares. También la Arqueología debe “beneficiarse” de ellos: las bases de datos, de fotografías digitales y la facilidad en intercambiar información en estos formatos puede ser de gran utilidad. Los costos de los equipos han bajado casi, al diez por ciento, al tiempo que se ha multiplicado su capacidad y rapidez (el costo de un Macintosh 128K con una pequeña pantalla en blanco y negro de 8 pulgadas estaba alrededor de los 4.000 euros, mientras que hoy se puede adquirir una maquina a partir de 400 euros con 150GB de disco duro). Entonces, aparecen las dudas: ¿la adaptación de técnicas y métodos novedosos, permitirán acceder con mayor certeza al conocimiento de una sociedad pasada y dinámica? ¿Existirá una reducción del grado de errores y/o dudas? Las respuestas son evidentes. La gran información que contiene una base de datos resulta prácticamente imposible de manejar si no es con la ayuda de un ordenador. El dinamismo que podemos incluir en esas bases, nos reduce el número de errores y aumenta la fiabilidad de los resultados, sobre todo en operaciones rutinarias y repetitivas.

El uso de una técnica puede ser más o menos fiable y acertado dependiendo de lo que se espere de ella, es decir, que facilite el acceso a los objetivos previstos. Se puede adoptar, copiar, plagiar, abandonar y volver a retomar hasta que se establezca una metodología concreta. Pero no definitiva. Ahí está el avance: la búsqueda de nuevas técnicas que faciliten el acceso a objetivos más atrevidos, más precisos y más exigentes.

## 6. La codificación de la información

El desarrollo del software en los últimos tiempos se ha centrado básicamente en las aplicaciones que tienen que ver con las redes de comunicación y con Internet. Es ahí donde (o tal vez también porque) se ha centrado el “negocio”. Las posibilidades actuales para elaborar una base de datos son muy extensas: desde la programación personal hasta los programas comerciales, como el programa Excel o Access de Microsoft, que además pueden adaptarse fácilmente a nuestras necesidades, dada la posibilidad de incluir formulas concatenadas y referenciarse, a través de la creación de hipervínculos, a otros documentos de aplicaciones para formatos de gráfico, de imagen, de otra base de datos, incluso a direcciones de Internet.

Generalmente, se trata de programas diseñados para la plataforma Windows y aunque *a priori* resultan actualmente compatibles con otras plataformas, como Macintosh o con sistemas abiertos como Linux, hay que revisar la compatibilidad para trabajar indistintamente con los diferentes sistemas operativos y plataformas (Macintosh y PC) para comprobar su fiabilidad.

La gran cantidad de datos recogidos en el proceso de analizar la fauna arqueológica, implicó la necesidad de buscar nuevas alternativas para poder interpretar esa información. Como ya hemos comentado, el acceso a la informática, en sus inicios resultaba bastante complicado, tanto por su coste económico como por el software existente. En el laboratorio de Arqueozoología de la UAB, el Dr. Jordi Estévez, comenzó a trabajar con ordenadores Macintosh y, a través de una programación propia en lenguaje Basic, se elaboraron bases de datos que generaban los análisis arqueofaunísticos. Más adelante también se utilizó el programa comercial Filemaker para Macintosh.

En primer lugar, había que *ordenar y codificar* los criterios básicos para poder trabajar con bases de datos. Los primeros intentos en codificar los restos de fauna (Uerpman, 1978, Armitage, 1978) se realizaron expresamente en distintos lenguajes de programación. En vista de las limitaciones de memoria y velocidad de procesamiento de los ordenadores del momento, todos estos intentos priorizaban la codificación y la determinación de las descripciones en base a siglas o numeraciones reducidas.

En la UAB la construcción de un sistema de descripción nemotécnico inspirado en la descripción de la tipología analítica de Laplace (1974), posibilitaron el desarrollo de la codificación que actualmente seguimos utilizando (Estévez, 1991): en un principio se confeccionaron los programas de almacenamiento y de tratamiento de datos (Estévez y Guillamón, 1984) en lenguaje Basic. Posteriormente se utilizaron programas comerciales (Filemaker y Excel). Para la descripción anatómica de un resto arqueológico de fauna y su codificación se partió de la terminología propia de la Anatomía Veterinaria (*Nomina Anatomica Veterinaria*, 1975), aunque hubo que añadir una “nueva” nomenclatura para diferenciar las características tafonómicas, sexuales, de edad, de fragmentación y patologías, básicas para la investigación arqueológica. Esta codificación propia ha ido cambiando y adaptándose ligeramente a lo largo del tiempo. Más tarde se aprovecharon las posibilidades de la inclusión de imágenes en la base de datos utilizando - inicialmente - una cámara de video para digitalizar los restos, que inicialmente se hacía a muy baja resolución y en blanco y negro.

1. La especie animal se define en base a cuatro letras, dos de la familia y dos de la especie.

En el caso de mamíferos, mostramos una selección:

BOPR	Bos primigenius	Uro
BOTA	Bos taurus	Toro
CAAU	Canis aureus	Chacal
CAFA	Canis familiaris	Perro
CAFI	Canis fiber	Castor
CALU	Canis lupus	Lobo
CEEL	Cervus elaphus	Ciervo
CAHI	Cabra hircus	Cabra (doméstica)
CRCR	Capreolus capreolus	Corzo
CAPY	Cabra pyrenaica	Cabra (salvaje)
DADA	Dama dama	Gamo
EQAS	Equus asinus	Asno
EQCA	Equus Caballus	Caballo

EQHE	<i>Equus hemionus</i>	Onagro
EREU	<i>Erinacus europaeus</i>	Erizo
FECA	<i>Felis catus</i>	Gato
FESI	<i>Felis silvestres</i>	Gato montés
GEGE	<i>Geneta geneta</i>	Gineta
HYHY	<i>Hyaena hyaena</i>	Hiena
LECA	<i>Lepus capensis</i>	Liebre
LYLY	<i>Lynx lynx</i>	Lince boreal
LYPA	<i>Lynx pardina</i>	Lince Ibérico
MAMA	<i>Martes martes</i>	Marta
MAFO	<i>Martes foina</i>	Garduña
MEME	<i>Meles meles</i>	Tejón
MUNI	<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja
ORCU	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo
OVAR	<i>Ovis aries</i>	Oveja
OVOR	<i>Ovis orientalis</i>	Muflón
RURU	<i>Rupicapra rupicapra</i>	Rebeco
SUDO	<i>Sus domesticus</i>	Cerdo
SUSC	<i>Sus scrofa</i>	Jabalí
VUVU	<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro

**En caso de no poder  
determinar  
específicamente :**

ND	No determinado
MGND	Mamífero grande no determinado
MMND	Mamífero mediano no determinado
MPND	Mamífero pequeño no determinado

El mismo criterio se aplicará al resto de las especies animales.

2. Cada hueso del esqueleto se describe con un máximo de cinco letras:

AT	Atlas	HU	Húmero
AX	Axis	MALL	Malleolar
C I	Carpial I	MC	Metacarpio
C II	Carpial II	MT	Metatarso
C III	Carpial III	MD	Mandíbula
C IV	Carpial IV	MX	Maxilar
CAC	Carpial Accesorium	PSES	Pequeños Sesamoides
CAL	Calcáneo	R	Radio
CAR	Carpiales	RO	Rótula
CCEN	Carpial Central	SA	Sacro
CENTQ	Carpial Centroquartal	T 2 + 3	Tarsal II + III
CINT	Carpial Intermedio	T 1	Tarsal I
CRAD	Carpial Radial	T 2	Tarsal II
COS	Costillas	T 3	Tarsal III
CUL	Carpial Ulnar	T 4	Tarsal IV
CR	Cráneo	TA	Talus
E	Escápula	TCEN	Tarsal Central
EST	Esternón	TI	Tibia
FA 1	Falange I	UL	Ulna
FA 2	Falange II	VC	Vértebras Cervicales
FA 3	Falange III	VL	Vértebras Lumbares
FE	Fémur	VT	Vértebras Torácicas
FI	Fíbula	VD	Vértebras Caudales
GSES	Gran Sesamoides		

3. La lateralidad corresponde a I/D (Izquierdo/Derecho) o E/D (en catalán).
  
4. La parte del esqueleto se define en base a:
  - C: Cabeza. Cráneo, Mandíbula, Maxilar
  - CIN: Cintura. Escápula, Pelvis
  - EA: Extremidad Anterior
  - EP: Extremidad Posterior
  - T: Tronco. Costillas, Vértebras, Esternon.
  
5. Partes del hueso largo: EP, ED, DF (epífisis proximal, epífisis distal, diáfisis, respectivamente) y de ser necesario MP Y MD (para la metáfisis proximal o distal respectivamente).
  
6. Código de la zona diagnóstica: durante un tiempo se identificaron las zonas diagnósticas presentes en un conjunto óseo mediante una serie numérica iniciada con el número 1, y se ampliaron en función del número de zonas definidas para cada parte de cada hueso siguiendo el sistema de Watson (1972). Esta codificación se abandonó con la utilización de la fotografía digital y también a favor de la representación grafica, añadiendo directamente el dibujo de la parte específica representada de cada hueso sobre un dibujo digital de cada elemento del esqueleto (p.e. en Mameli, 2004).
  
7. En los trabajos se empezó a utilizar la terminología consensuada de anatomía veterinaria (Nomina Anatomica Veterinaria, 1975) y nosotros basándonos en el trabajo de Barone (1976) añadimos para las diferentes vistas.<sup>3</sup>
  - VC. Vista Craneal
  - VD: Vista Dorsal
  - VL: Vista Lateral
  - VD: Vista Caudal
  - VV: Vista Ventral

---

<sup>3</sup> Una de las dificultades para elaborar la NAV fue la terminología utilizada para establecer la orientación del cuerpo de los animales y la eliminación de adjetivos que pudieran llevar a confusiones, comparándolos con los del cuerpo humano. Por tanto, se definieron y consensuaron los distintos términos, definidos en el capítulo primero de tomo de Osteología del trabajo de R.Barone, 1976.

VM: Vista Medial

VPL: Vista Plantar

VPA: Vista Palmar

VPX: Vista Proximal

VDX: Vista Distal

Ejemplificamos con imágenes cada una de estas vistas:



Bota Atlas vista craneal



Bota Atlas vista caudal



Bota Atlas vista dorsal



Bota Atlas vista lateral



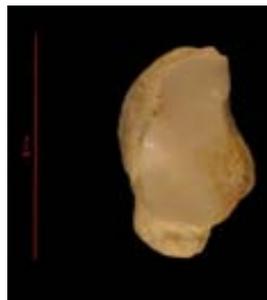
Bota Atlas vista ventral



Bota Calcáneo vista plantar



Bota Calcáneo vista medial



Bota Tarso II-III vista distal



Bota Tarso II-III vista proximal



Bota FA I vista palmar

8. Estado de fragmentación: se han definido elementos enteros (1), fragmentos mayores que la mitad del elemento original (2 o M), fragmentos menores que la mitad del elemento original (3 o F) y en algunos análisis, como en los de los sitios de Tierra del Fuego, se han distinguido fragmentos muy pequeños (4) que a pesar de corresponder a menos de una mitad de una porción de un elemento esquelético eran identificables.
9. Estado de fusión: epífisis fusionada (F), en proceso de fusión (I), zona diafísal (D) o epifísal (E) no fusionadas.
10. Desgaste: se emplearon códigos ya ensayados y publicados para el desgaste dentario (Grant, 1982)
11. Edad: representa una estimación, en base al estado de fusión epifísal: ADU: adulto; JUV: juvenil; NN: Neonato, FOE: fetal;
12. Sexo: M: macho; H: hembra

13. Análisis tafonómico:

Aunque en algunos casos se han utilizado los criterios de descripción del estado conservación de Behrensmeyer y Hill (1980), se han utilizado normalmente los siguientes descriptores:

Q: Trazas de fuego

C: Color (BL: Blanco, NE: Negro; GR: Gris; M: Marrón, etc.).

AN: Alteraciones Naturales: <sup>4</sup>

AE	Acción Eólica
AI	Agua
AR o VER	Marcas de raíces
DG	Digerido
FQ	Físico-químicas

---

<sup>4</sup> Algunas iniciales corresponden al idioma catalán: AI: Aigua/ AR: Arrels/ GE: Gel/ PO: Polit

GE	Hielo
HU	Humedad
MC	Mordeduras de carnívoro
MR	Mordeduras de roedor
PO	Pulido
SE	Sedimento (trazas lineales producidas por el sedimento)
TEM	Temperatura
TR	Pisoteo ( <i>trampling</i> )

AA: Alteraciones Antrópicas:

AM	Aprovechamiento medular
DC	Descarnación
DM	Desmembramiento
DP	Despellejado
DQ	Descuartizado
EV	Evisceración
AS	Serrado
OT	Hueso trabajado
TL	Trazas de corte ( <i>cut marks</i> ) En algún análisis hemos distinguido CUT (para las marcas de corte contundentes) y SLC (para los cortes lineales finos)
XC o CHOP	Choque contundente ( <i>chopping marks</i> )

14. Fractura: Reciente, intencionada: Si – No : S - N

15. Observaciones: diformismo sexual, patologías.

Los códigos ND corresponden a “no determinado” en todas las categorías.

Además, había que codificar variables especiales de procedencia (cuadrícula, sector, coordenadas) y otras variables complementarias que se consideran relevantes (peso, medidas y numeración de dientes).

Siguiendo con el mismo sistema de codificación, se informatizó la colección de referencia y se comenzó a recoger imágenes – tanto de restos arqueológicos como de elementos actuales - a través de una cámara de video y un scanner y mediante una de las primeras versiones del programa Photocapture para Macintosh. Se trataba de imágenes de poca resolución, que se alternaban al escaneo de fotografías en papel o de diapositivas.

A través del programa Mac Paint, MacDraw se dibujó, primero directamente resiguiendo con el ratón la imagen de la pantalla y más tarde a través de una tableta digitalizadora, la fracturación y las trazas de corte. Todo ello, codificado, se incluyó en las primeras bases de datos.

Esto representó un gran avance: se podía acceder rápidamente a la información y, lo que es más importante, a recombinarla según distintas variables (localización en el yacimiento, especie animal, fracturación, cortes, distribución espacial, porción anatómica, biometría, edad, sexo, modificaciones taxonómicas, remontaje, etc.) Además permitía un tratamiento estadístico complejo y mucho más fiable de todos los datos (NMI, NRD) y el desarrollo de gráficos dinámicos (Hipervinculados).

Quedaban algunos aspectos técnicos por resolver:

- Los ordenadores existentes no podían *cargar* con más información. Se estaba exigiendo un trabajo al límite de las posibilidades de su funcionamiento. Aunque las respuestas informáticas eran fiables - elaboración de gráficos, vinculación de información, búsqueda de códigos y de imágenes, etc. – resultaban excesivamente lentas y obligaban al usuario a realizar copias de seguridad en diskettes o Zips con poca capacidad de almacenaje.
- La transferencia de información estaba muy limitada, tanto por tratarse algunas veces de un software propio, desarrollado a partir de programaciones en Basic o elaborados por medio de programas exclusivos para ordenadores Macintosh, -con

formatos de archivos propios de este sistema- como por no disponer de las ventajas que actualmente ofrece Internet para el intercambio de información.

- Avanzaba muy rápidamente la fotografía digital. Después de ensamblar una cámara digital Sony Mavica a un soporte para capturar imágenes en plano horizontal- a modo de trípode plano – y al ordenador, se abandonó el uso de la cámara de video, más pesada y de menos calidad de imagen.

- La utilización sistemática de la lupa binocular en el laboratorio implicó que los análisis taxonómicos y tafonómicos cada vez más meticulosos generaran una mayor información que hubo que codificar nuevamente.

- La determinación de las zonas diagnósticas utilizando terminología veterinaria facilitó el análisis taxonómico de los restos de fauna, pero implicaba el conocimiento por parte del arqueólogo/a de un vocabulario específico y difícil de codificar. Era imprescindible la utilización de imágenes referenciadas con los puntos diagnósticos para simplificar la tarea descripción del dibujo de cada hueso.

- Era necesario acceder a nuevas máquinas más rápidas y potentes. También resultaba básico poder contar con imágenes de apariencia real (para sustituir a las imágenes demasiado pixeladas o en blanco y negro de los primeros sistemas de captación sobre las que poder trabajar, así como a formatos de archivos que pudieran intercambiarse y transportarse fácilmente. Se necesitaba poder guardar la información de forma segura y poco fragmentada, para poder intercambiarla fácilmente, aumentarla o modificarla sin grandes esfuerzos por parte de un arqueólogo/a que - obviamente - no era especialista en informática.

- La experiencia y la destreza personal en la identificación de distintas especies de animales de fauna arqueológica – ya fueran mamíferos o no: aves, peces, moluscos, reptiles - podía incluirse en bases de datos, compartirla, contrastarla e integrarla al resto de la investigación arqueozoológica.

- El objetivo inicial era construir una base de datos digital osteológica y generar un programa informático como soporte de la investigación taxonómica, pero

adaptable a cualquier proceso de investigación aqueozoológica, – morfológica, biométrica, tafonómica – que pudiera aplicarse, a modo de matriz, a cualquier otro tipo de resto arqueológico.

- El objetivo final era la materialización de un *Programa Experto* en la identificación taxonómica de la fauna arqueológica.

## 7. Los Programas Expertos

De una forma muy simple, podemos definir un Programa Experto como un programa informático que se caracteriza por ofrecer al investigador/a la interpretación de soluciones a un problema concreto. El ordenador trabajará sobre un conjunto de símbolos – entidades virtuales – y operará con ellos, según las ordenes - fórmulas, hipervínculos, cálculo, etc. - que haya recibido (Barceló, 1991).

La dificultad radica en que, en Ciencias Sociales, los conceptos interpretativos no adoptan un formato unívoco formalizado, en forma de ley, como en las Matemáticas, la Física o la Química. Las infinitas variables que implican la dinámica social condicionan los resultados y se hacen muy difícil llegar automáticamente a una formulación concreta y única (del tipo de *If...then*). En Arqueología, el estudio de la sociedad no está en las propiedades observables de un resto arqueológico, de las evidencias físicas, sino en su significado social que debe ser la consecuencia de un complejo proceso relacional.

Entonces, si los conceptos interpretativos de un fenómeno han de describirse como una argumentación de una inferencia científica y han de ser expresados de forma lógica y no en términos de apariencia física, sino en base a su significado social, ¿como se introduce el conocimiento arqueológico dentro de un ordenador?

El ordenador opera con símbolos expresados en código binario, que no representan nada en sí mismos. El propósito es que esos símbolos contengan información suficientemente amplia y acotada para ofrecer soluciones a un problema. En el caso de la Arqueología, la totalidad del conocimiento se representa en entidades teóricas, no observables y difícilmente expresables en un lenguaje informático. Por tanto, la forma de introducir el conocimiento arqueológico dentro de un ordenador debe ser ajustando el lenguaje al de programación y al código binario, es decir, reduciéndolo a un formato adecuado que un ordenador pueda “leer” (Barceló, 1996).

Un programa experto resolvería automáticamente un problema, es decir, generaría una única respuesta a una interpretación arqueológica en base a toda la información que pudiera barajar. Pero esta respuesta puede no ser necesariamente la única ni la correcta, dada la variabilidad, antes mencionada, de la sociedad humana. Por tanto, en una situación ideal, el investigador/a – arqueólogo/a- no debería interferir en la solución del

problema, y limitarse a introducir el *Conocimiento Arqueológico* “dentro del ordenador”, entendiéndolo como una serie de parámetros y órdenes, a modo de receta. Pero esta utopía está muy lejos de poder ser llevada a cabo. Las variables son infinitas e intuimos enseguida que están jerarquizadas: así es muy probable que el “color de los huesos” (es decir una combinación única de colores - luces reflejadas, en realidad- y texturas) tenga una importancia menor en cuanto a la interpretación social que la variable especie animal (una combinación recurrente de variables de morfología y tamaño que igualmente se traduce digitalmente en una combinación única de colores y texturas).

Quizás en el futuro podamos trabajar con este tipo de programas, cuando los ordenadores sean capaces de generar conceptos e interpretaciones para la resolución de los problemas arqueológicos, de la misma forma que lo hace el cerebro humano.

El ordenador “no entiende” el conocimiento, lo manipula en base a lo que le hemos introducido. La interacción del ordenador con el investigador/a está, precisamente, en la interpretación de la resolución del problema (arqueológico).

Así, el objetivo final de elaborar un programa experto total quedará pendiente. De momento.

Nos marcamos otro objetivo intermedio: trabajar en la elaboración de un *Hiperdocumento (o Hipertexto)*, entendiéndolo como un sistema informático que integra numerosas unidades de información organizadas de forma no lineal, caracterizado por no estar sujeto a una lectura previamente establecida, sino que permite un conjunto de lecturas, más o menos amplias y personalizadas (Barceló, 1996).

Por tanto, la información está ordenada de forma que el usuario - arqueólogo/a- pueda barajarla sin que el sistema le “imponga” una solución. El hiperdocumento no es un programa “inteligente” (aunque pueda parecerlo), sino que se trata de manipular una gran cantidad de información ordenada - que anteriormente se ha introducido - según las instrucciones recibidas y donde la asociación final la lleva a cabo el cerebro humano, a través de la interactividad entre el cerebro y la máquina.

Por tanto, el papel del arqueólogo/a adquiere una doble función: la información que introduzca en el ordenador deberá de ser lo más detallada y fiable posible, pero

suficientemente significativa para poder llegar finalmente a conclusiones arqueológicas, más allá de las sólo morfológicas y taxonómicas. Por otra parte, deberá trasladar la experiencia metodológica a órdenes de funcionamiento, para que el hiperdocumento se muestre “inteligente” y facilite la interactividad posterior antes comentada.

No se trata de que el ordenador sustituya ni la flexibilidad de la mente humana, – de momento – ni tampoco que se prescinda de la experiencia y conocimiento de un/a especialista en fauna arqueológica. Se trata de ofrecer un soporte útil, dirigido y específico por y para la arqueozoología.

## **8. De las bases de datos a los programas expertos: los antecedentes**

Para llegar hasta el hiperdocumento, se necesitaban ordenadores más potentes, un software comercial ambivalente para Macintosh y PC, que permitiera enlaces tanto con formato numérico, de texto, de imágenes, de dibujos, de gráficos o a accesos externos por medio de Internet y la elaboración de una base de datos tan completa como fuera necesario.

No era imprescindible que el arqueólogo/a fuese un experto de la programación informática, sino un usuario suficientemente avanzado para verificar la validez del funcionamiento del hiperdocumento y poder modificarlo o ampliarlo, según las necesidades o las oportunidades de inclusión de nuevas especies, medidas, marcas o otras características destacables desde el punto de vista arqueozoológico en la base de datos.

Una alternativa era esperar a poder acceder a los recursos tecnológicos más recientes. Otra, fue la de empezar con la tecnología que se disponía.

A partir de aquí, se materializaron varios proyectos desde este laboratorio:

El trabajo realizado por J. Estévez, J. Weinstock y M. Saña desarrollado en el laboratorio de Arqueozoolología de la UAB con la colaboración del Dr. J. Camón, de la Facultad de Veterinaria de la UAB, sobre la diferenciación de restos de especies animales muy parecidas (Cabra-Oveja-Rebeco) implicó la recogida de toda la información posible al respecto, sobre todo en la definición de puntos diagnósticos diferenciales entre las tres especies. Esta distinción resultaba de gran importancia en el periodo Meso-Neolítico Antiguo en el Mediterráneo, ya que implicaba el conocimiento y la localización de las primeras ovejas domésticas pudiéndolas diferenciar de los restos de rebecos. Este fue el punto de partida de trabajos posteriores, como la elaboración de un atlas digital sobre la diferenciación de Cabras, Ovejas y Rebecos (Formigón, 1989).

Este atlas se materializó después de añadir al trabajo anterior toda la información a nuestro alcance sobre las diferencias entre las tres especies sobre los puntos

diagnósticos de cada hueso. Además, se integraron distintas observaciones, producto de comparaciones realizadas en el laboratorio con muestras de individuos de las tres especies, a las que se añadieron las características discriminantes recogidas por otros autores/as.

Todo ello se dibujó sobre papel, manteniendo la terminología veterinaria para cada punto diagnóstico.

Se contaba con tres ordenadores– muy potentes en ese momento–: Macintosh Performa 5400/160; Macintosh Performa 630 y Power Macintosh 7200/90. Se disponía del programa Photocapture para Macintosh, una cámara de video y los programas Photoshop 1.0, Canvas 3.0 y, más adelante, también el programa Photoshop 4.0.

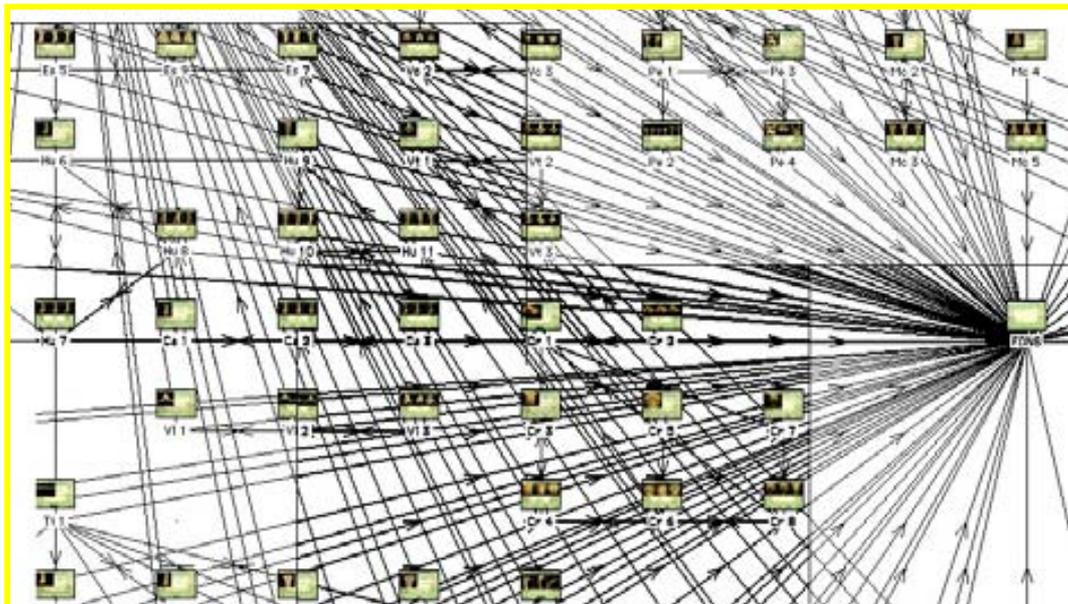
Surgieron muchas dificultades: de iluminación, de la falta de práctica con la cámara, de capacidad, de zoom para huesos pequeños, de montaje de un soporte para los grandes huesos, de actualizaciones de programas, etc., pero finalmente se consiguieron todas las imágenes.

Posteriormente, por medio de los programas Photoshop 1.0, Photoshop 4.0 y Canvas 3.0, se retocaron las imágenes, tanto a nivel de fondo, colores, eliminación de ruidos y de tamaño, reduciéndolas proporcionalmente, según la referencia métrica incluida. También hubo que mantener la resolución de las imágenes a 32 bits, dados los problemas de capacidad anteriormente mencionados. Estas mismas imágenes se duplicaron, de manera que sobre cada copia, se incluyeron los puntos diagnósticos de diferenciación de las especies.

El funcionamiento del atlas,- a modo de incipiente hipertexto - se realizó a través del programa Apple Media Tool: este programa, exclusivo del formato Macintosh e incompatible con Windows – permitía al usuario/a escoger, a partir de un dibujo de un esqueleto anónimo, el hueso y la cara deseada de un determinado animal. A la vez, también podía accederse a los puntos diagnósticos y a la definición de los caracteres diferenciales específicamente de ese hueso y esa cara escogida en las tres especies.



**Figura 2:** Pantallas interactivas del atlas osteológico digital para Macintosh, elaborado por medio del programa Apple Media Tool.



**Figura 3:** Ejemplo parcial del montaje del atlas osteológico, en formato Apple Media Tool para Macintosh.

Aunque inicialmente este atlas fue elaborado para trabajar exclusivamente en formato Macintosh, la necesidad de ofrecer un producto abierto a la comunidad arqueológica nos obligó a aceptar el cambio a la plataforma Windows: en ese momento, la popularidad

del formato Windows - junto con coste económico más bajo que el Macintosh- dio como resultado que se generalizara su uso como ordenador personal.

El objetivo de este trabajo, no era simplemente ofrecer un formato distinto de una compilación de datos, si no que pretendíamos ir más allá: crear un formato interactivo para la comunidad arqueozoológica, es decir, un trabajo “abierto” a cambios y a ampliaciones, según el avance de la investigación arqueológica tanto en la Península Ibérica como fuera de ella.

Por tanto, era imprescindible adaptar nuestro trabajo a un formato que permitiera futuras modificaciones y añadidos y consecuentemente algún programa que fuera utilizado ampliamente por la comunidad científica..

Así el último paso fue “traducir” el atlas al formato Power Point de Microsoft, para posibilitar el funcionamiento en las dos plataformas.

Se optó por la utilización del programa Power Point, dado que se pudo comprobar el buen funcionamiento en las dos plataformas: aparentemente, el resultado de la presentación era el mismo que el generado con el programa Apple Media Tool, aunque la conversión resultó mucho más sencilla, ya que conocíamos *a priori* el anclaje de los hipervínculos, botones, zonas sensibles de acceso, etc.

El funcionamiento del programa Power Point es muy conocido: se trata de generar presentaciones interactivas, que permiten la utilización de imágenes, texto, sonido mediante hipervínculos a otras páginas dentro de la misma presentación, a otros documentos en formato Power Point o, incluso a cualquiera de los programas de Microsoft o a documentos externos vía Internet.

En nuestro caso, esto era una gran ventaja para cumplir con el objetivo del trabajo. La dificultad radicaba que, algunas veces – no siempre – generaba problemas de compatibilidad con el sistema Macintosh.

Este problema se solucionó limitando los hipervínculos al mismo documento y añadiendo tantas diapositivas como fueron necesarias para eliminar los hipervínculos externos.

El resultado fueron 126 diapositivas de un documento de Power Point, hipervinculadas, siguiendo el mismo formato que el que se había desarrollado para el sistema Macintosh. Para acceder al atlas se activa la función “ver presentación” desde el mismo documento. A partir de aquí, el usuario/a puede consultarlo escogiendo las especies, las caras y las imágenes con los puntos diagnósticos por medio de los botones.



**Figura 4:** Ejemplo parcial del montaje del atlas en formato Power Point.

De esta forma, se pudo contar con una presentación para los dos sistemas informáticos, manteniendo nuestros objetivos iniciales del atlas: presentación ampliable según los avances que se produjeran en cuanto a caracteres discriminatorios de las especies y facilidad de uso para un arqueólogo/a de nivel medio en informática.

Seguramente, ya en ese momento, existían otras alternativas para realizar este montaje de una forma mucho más sofisticada, pero creímos que la viabilidad del atlas era poder mantener los objetivos iniciales del trabajo y ofrecer a la comunidad arqueológica un formato sencillo, conocido y útil tanto por la facilidad de insertar otras especies animales como para compartir la información, además de poder transportarlo fácilmente a cualquier ámbito de trabajo, ya sea un laboratorio, una excavación, una ponencia, etc.

Paralelamente, se estaba trabajando en el diseño de un sistema experimental para la clasificación automática de los restos de aves, es decir, un hiperdocumento. Estos restos suelen ser poco abundantes en los yacimientos arqueológicos pero de gran variabilidad. Es por eso que no rentabilizan el esfuerzo de elaborar una colección de referencia para cada laboratorio (Estévez, 1991).

El sistema se componía de diversos elementos: dispositivos para la introducción de imágenes, de medidas y de puntos discriminadores; bancos de datos y programas interactivos de clasificación automática.

La captura de imágenes y de dibujos siguió el mismo proceso que en el trabajo anterior: a través de un escáner, de una cámara de video y de una tableta gráfica, se introdujeron las imágenes, las medidas, los caracteres discriminatorios específicos en programas escritos en lenguaje BASIC para Macintosh y en formato MacDraw. Así se generaron distintas bases de datos biométricas y de figuras vinculadas entre sí a través de fórmulas y organizadas por especies y partes del esqueleto.

Este proyecto implicaba mayor complejidad que el anterior: se estaban barajando a la vez imágenes/ dibujos, puntos discriminadores y medidas. Ello permitió la entrada interactiva del usuario/a: a través de la introducción de la parte del esqueleto y las medidas de la muestra de fauna, el ordenador *genera* una o varias respuestas posibles, por orden de probabilidad ascendente, mostrando imágenes o sencillos gráficos cartesianos biométricos en los que se situaban los datos de la base junto con los del ejemplar cuestionado por el usuario.

En definitiva, con este trabajo se intentaba *emular*, hasta cierto punto, el proceso que llevaría a cabo la mente humana en la determinación taxonómica de la fauna arqueológica (Estévez, 1991) dejando la decisión final al operador en vista a las imágenes presentadas, a los gráficos bivariantes y a las probabilidades estadísticas calculadas (en base al test de T de comparación de las medidas del ejemplar cuestionado con la base de datos de medidas conocidas).

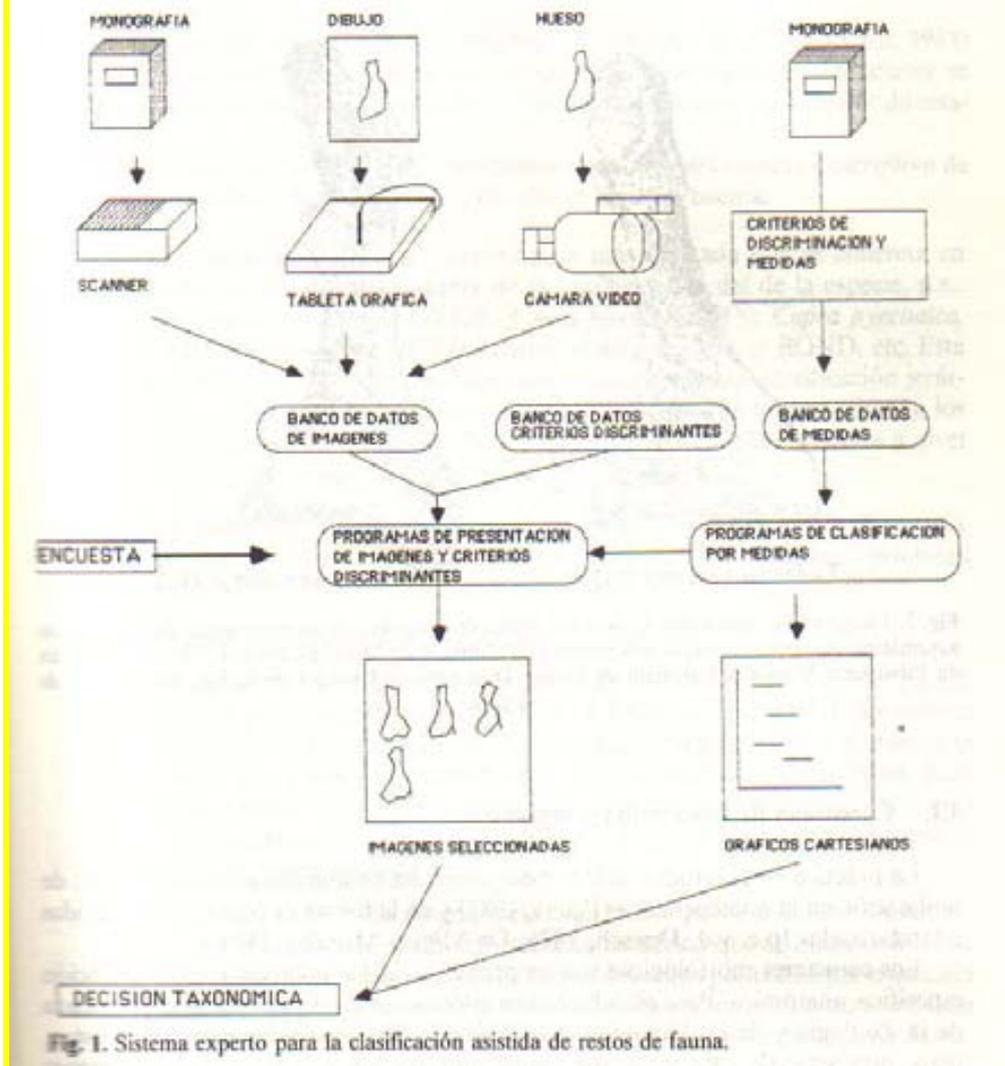


Fig. 1. Sistema experto para la clasificación asistida de restos de fauna.

**Figura 5:** Esquema de la elaboración de un programa experto. J. Estévez, 1991.

Posteriormente, se planteó un trabajo mucho más ambicioso: se trataba de elaborar un programa experto para facilitar la clasificación morfométrica de la arqueofauna fueguina (Mameli y Estévez, 2004; Estévez, J., Mameli, L. y Goodall, N., 2002).

Después de un exhaustivo trabajo de compilación de los trabajos comparativos existentes para las especies de la región de Tierra de Fuego (Argentina), así como la recogida en inventario de todas las especies representadas en el registro arqueológico de las excavaciones realizadas en la orilla norte del Canal Beagle, junto con la colección de referencia existente en el Museo Acatashún de Tierra de Fuego, se elaboró una base de datos biométrica, siguiendo los criterios de medición de Mourer-Chauviré (1975), para

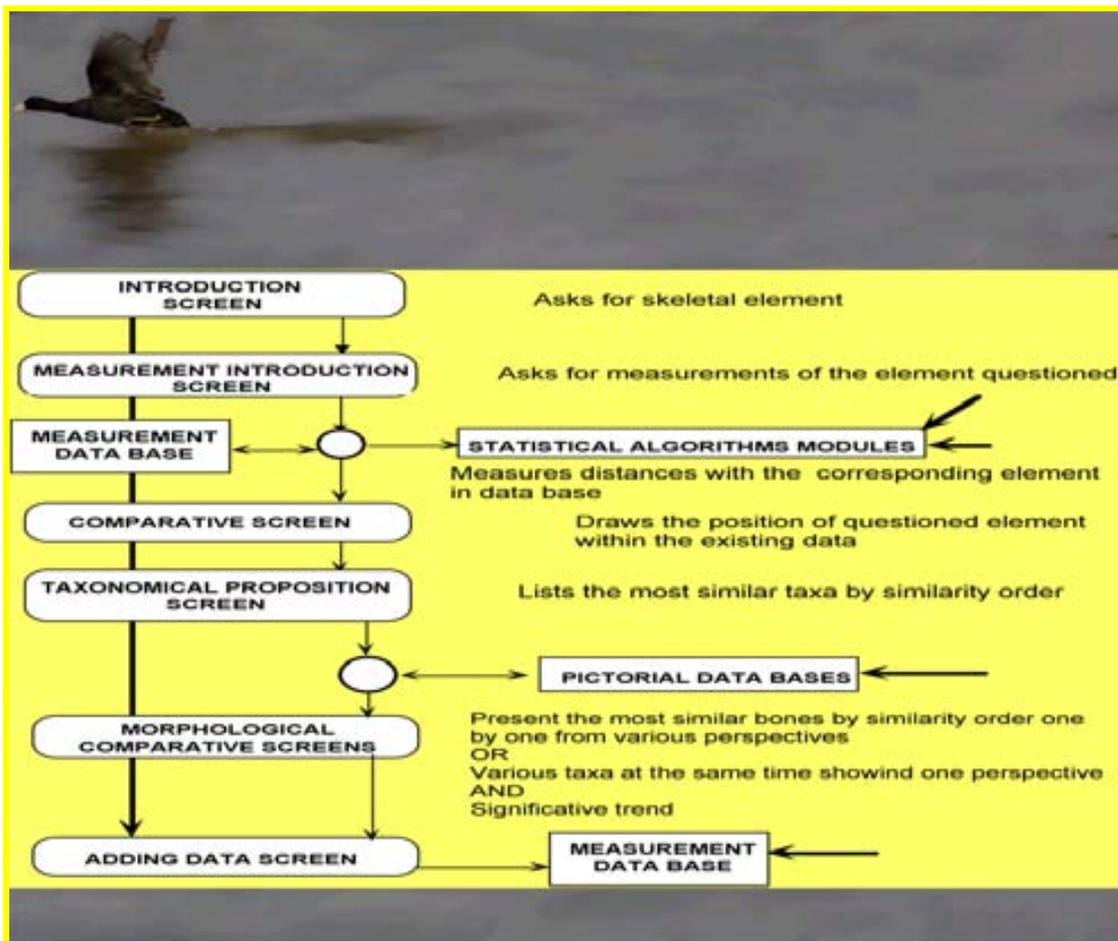
poder completarlas con las medidas extraídas de los trabajos de C. Levèvre (1989) y poder determinar las diferencias entre especies de aves.

Se utilizó, en esta ocasión, el programa Excel de Microsoft, con hipervínculos a archivos de imágenes - tomadas con una cámara digital y guardadas en formato JPEG, tratadas y puestas a escala - junto a una base de datos métrica que contiene todas las medidas recogidas anteriormente e incluye macros<sup>5</sup> que emulan los procesos de la experiencia anterior (cálculo de probabilidades y salida de gráficos bivariantes), El sistema está diseñado para operar a partir de las medidas de cada elemento del esqueleto de las aves, según el sistema de medición de Mourer-Chauviré.

El programa, enteramente en base al Excel, era, sin embargo, más flexible que el programado anteriormente en BASIC. La pantalla del programa permite al usuario/a diferentes tipos de aproximación de entrada: escoger directamente las imágenes de las especies que se desean comparar mediante el acrónimo, o bien comenzar por introducir las medidas del resto arqueológico que desea determinar. El resultado es el indicador del más cercano, a partir de las medidas, de las especies más similares o probables. Esto se consigue mediante la aplicación de comparaciones a partir de un algoritmo y una macro, que ordena las medidas. A partir de aquí, el usuario/a puede disponer de las imágenes de ese elemento esquelético concreto, así como escoger la vista deseada, accediendo a la comparación de las características morfológicas.

---

<sup>5</sup> Macro: acción o conjunto de acciones utilizados para automatizar tareas. Las macros se graban en el lenguaje de programación de Visual Basic para Aplicaciones. El usuario/a deberá familiarizarse con el Editor de Visual Basic. Puede utilizar el Editor de Visual Basic para escribir y modificar macros adjuntas a los libros de Microsoft Excel.



**Figura 6:** Esquema general de funcionamiento del sistema experto para la clasificación taxonómica de restos arqueovifaunísticos (Estévez, Mameli y Goodall, 2002).

- El sistema pide que se seleccione un elemento
- El sistema solicita que se introduzcan las medidas del elemento en cuestión
- Con ayuda de algoritmos estadísticos, se calculan las distancias del elemento analizado con las medidas existentes en la base de datos de referencia
- El sistema sitúa el elemento analizado en un gráfico que muestra la variabilidad general existente en la base de datos de referencia
- El sistema enumera los *taxa* más similares, siguiendo el orden de mayor a menor semejanza.
- El sistema muestra imágenes comparativas del elemento para los *taxa* calculados en el paso anterior, de acuerdo con una base de imágenes.

- Una vez validado el elemento, y sus medidas pueden incorporarse a la base de datos de referencia, con el fin de actualizar el cálculo de la variabilidad morfométrica.

Estos trabajos significaron un avance respecto al primer ensayo pues:

- Se materializaron con la tecnología disponible en ese momento.
- Se posibilitó que la documentación pudiera *viajar* hasta la excavación, dentro de un ordenador.
- Fueron un trabajos *abiertos* a la participación de otros/as centros de investigación arqueológica así como al avance de la tecnología disponible. (se cambió de la cámara de video a la fotografía digital).
- La información resulta interactiva: las bases de datos generadas pueden ser tratadas posteriormente, ya que permiten la comparación, la extracción de datos, la inclusión de imágenes, de medidas, de localizaciones y de otras características específicas así como la relación con bases de datos de otros restos arqueológicos, etc.
- Y, sobre todo, se abrió la posibilidad de avanzar desde esta perspectiva metodológica, de generar una base de datos – gráfica, biométrica, taxonómica, de aves, de mamíferos, de reptiles, de peces, etc. – útil y funcional desde la perspectiva específicamente arqueológica, al alcance de toda la comunidad científica.

La apertura del sistema supone poder mejorarlo constantemente, ya que cuanto más completa sea la base de datos, más fiables serán las respuestas. De esta forma las colecciones de referencia actuales tampoco estarían restringidas a un determinado laboratorio de investigación arqueozoológica. Las imágenes, medidas, características específicas de una determinada especie, patologías, etc. quedarían *abiertas* a la comunidad científica arqueológica. Esto significa el aumento considerable la información a nuestro alcance. El intercambio de información posibilita que los centros de investigación arqueológica puedan acceder a la información y características de especies extinguidas o de entornos muy diversos, es decir, acceder – que no poseer- a una colección de referencia mucho más completa de la que pueda disponer cualquier centro actual. Por tanto, se posibilita unas respuestas mucho más fiables a la determinación de los restos de fauna arqueológica.

Se trataba pues de un avance real en la metodología, aunque por el tipo de materiales escogido en principio resultaba de uso muy restringido. Además por la programación de las macros continuaba siendo algo crítica para el usuario que no ha sido advertido del montaje del sistema (a diferencia de la facilidad y la apertura del otro sistema que utilizaba el formato de documento en Powerpoint).

## 9. El Atlas Osteológico Digital

Con la experiencia obtenida, nos propusimos elaborar un nuevo trabajo, un nuevo atlas osteológico digital que pudiera recoger, a través de imágenes en alta resolución, tanto la propia colección de referencia del Laboratorio de Fauna Arqueológica de la UAB, como la de otras facultades, ya fueran de la misma Universitat Autònoma de Barcelona o de otras Universidades estatales o no. También contábamos que pudiera integrar muestras de otras colecciones: de museos de Zoología, de Biología, de museos privados, etc.

Para ello, nos propusimos un objetivo básico: el atlas debía ser “abierto” a cualquier aportación, de fácil manejo y, sobre todo, elaborado por y para arqueólogos/as, como elemento de soporte al análisis taxonómico de los restos de fauna arqueológica.

Esto suponía un avance necesario en la metodología de la investigación arqueológica.

De esta forma, se podía ofrecer una información totalmente actualizada a la comunidad arqueológica. Nos estábamos proponiendo el acceso a una colección de referencia de consulta universal.

Con todos los trabajos desarrollados hasta aquel momento en la UAB, y ya que contábamos con una la tecnología que, *a priori*, parecía adecuada, abordamos este nuevo proyecto.

No desechamos la posibilidad de utilizar tecnología más avanzada, con formato 3D. De hecho, intentamos elaborar unos primeros esbozos basados en este formato, lo cual explicaremos un poco más adelante. Incluso asistimos a alguna demostración del funcionamiento de un programa piloto empresarial del uso de escaner 3D. Si bien el resultado se podía considerar prometedor para material cerámico, no era para el material osteológico: la misma naturaleza de un resto óseo, impedía o dificultaba enormemente la toma de imágenes válidas. Además la captura de una imagen conllevaba mucho tiempo y muy poca definición, aparecían demasiadas sombras en concavidades que no realizaban suficientemente las diferencias para una correcta identificación de una muestra sencilla. La toma de datos se volvía complicada y quedaba pendiente la

texturización de las superficies. Se requeriría, además del tiempo, un grado de “expertise” que lo hace de momento inviable como un sistema autogestionado para arqueólogos. Las pruebas realizadas sobre distintos cráneos, nos confirmaron esta conclusión y nos llevaron a abandonar definitivamente la elaboración del atlas en este formato.

Suponemos que, aunque es sobradamente conocida su utilización en otros ámbitos, como el de la Medicina, el coste económico del software de un programa en 3D, del material informático – ordenadores, cámaras, scanner - así como la preparación necesaria para su utilización, reduce, hoy por hoy, las posibilidades de un uso generalizado a nivel de usuario/a medio.<sup>6</sup>

Otro factor añadido evidenció la necesidad de desarrollar un sistema de trabajo con procedimientos sencillos: la utilización generalizada de las redes de intercambio de información a través de Internet, así como de la propia experiencia del Laboratorio de Fauna Arqueológica de la UAB en la transmisión y recogida de datos desde y para las campañas de campo de Argentina, Nicaragua, Uruguay, Siria, entre otras. Paralelamente, se hacía necesario posibilitar que el nuevo proyecto pudiera prever la inclusión de los nuevos trabajos realizados, capacitándolo para poder ampliar y compartir la información.

Por tanto, nos propusimos que debía cumplir los siguientes objetivos:

1. Facilitar la determinación taxonómica de la fauna arqueológica unificando la información contenida en diferentes atlas y publicaciones y ofreciendo imágenes de alta calidad de una colección de referencia.

---

<sup>6</sup> por ejemplo desde la sociedad Max Planck para el desarrollo de la ciencia, el Instituto Göttingen, en Alemania, utiliza sistemas computacionales como herramienta fundamental para llevar a cabo la comprensión de la estructura y el movimiento 3D de minúsculas estructuras nanomoleculares llamadas macromoléculas. Bajo la dirección del Profesor Holger Stara, las investigaciones en el campo de la criomicroscopía electrónica 3D, han acelerado considerablemente este conocimiento gracias a la adopción de un sistema Tesla con un lenguaje de programación NVIDIA CUDA™ para la ejecución de algoritmos. Esta tecnología permite poder calcular la alineación un millón de imágenes en un tiempo relativamente corto, y conseguir las imágenes deseadas necesarias para el estudio de las relaciones entre los antibióticos y las macromoléculas de las bacterias, lo que conducirá al desarrollo de medicamentos más eficaces.

2. Capacitar a este instrumento para ser compartido, mejorado y ampliado por la comunidad científica arqueológica.
3. Posibilitar el acceso a una colección de referencia osteológica de ámbito universal.
4. Utilizar los recursos técnicos disponibles y de uso generalizado. Aunque existen tecnologías nuevas mucho más sofisticadas – escáner y programas en formato 3D- no están al alcance aún de los profesionales corrientes y requieren ciertas condiciones de trabajo (de entrenamiento, infraestructurales, locacionales y de almacenamiento y transmisión de datos) aún no accesibles normalmente.
5. Integrar los trabajos realizados a este nuevo atlas.
6. Una de los objetivos básicos de esta tesis, más allá de la aplicación osteoarqueológica consiste en demostrar el principio de “the easier, the better” (Barceló, et al., 1994). Queríamos crear un sistema fácil de base de datos de imágenes ampliable, reproducible, utilizable y aplicable a cualquier material arqueológico. Que cada persona interesada pudiera generar su propio sistema aunque no fuera experta en programación informática. Muchas bases de datos y páginas web que son generadas por expertos profesionales quedan obsoletas y inservibles por falta de la capacidad de los usuarios de actualizarlas o modificarlas.

Para este nuevo trabajo disponíamos de partida de la tecnología suficiente, que además se ha ido actualizando a velocidad geométrica en el tiempo transcurrido desde el inicio. Contábamos con:

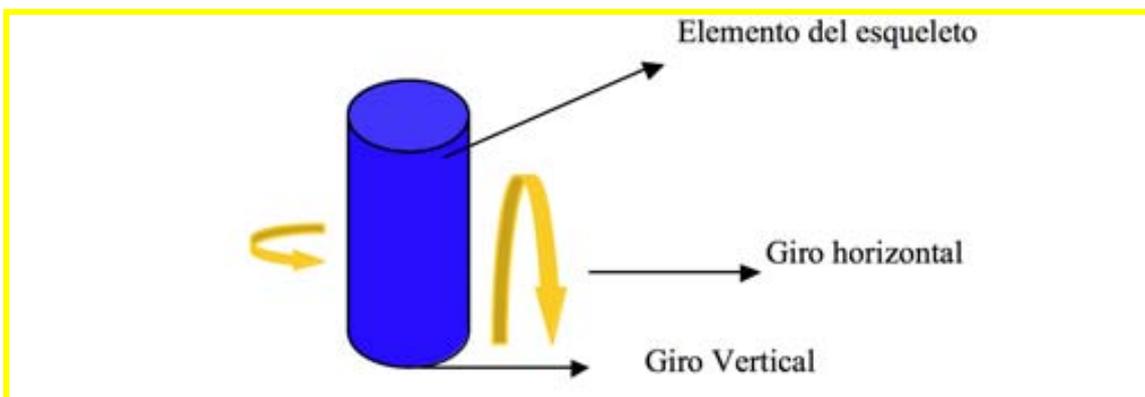
1. Dos ordenadores Imac, con sistemas operativos MAC OS 9.2, un ordenador MacBook Pro, con sistema operativo MAC OS 10.4.11, un ordenador con el sistema Windows XP.
2. Mantuvimos el ordenador Macintosh Performa 5400/160, al inicio del trabajo.
3. Cámara digital Sony Mavica primero y después cámara digital Canon EOS D30, con un objetivo de 50 mm. y una lente Vivitar de 55 mm.
4. Software del programa RemoteCapture, de Canon.
5. Software del programa Adobe Photoshop CS, versión 9.0
6. Software de Microsoft para PC y para Macintosh (Programas Excel, Access, Word, Power Point).

Contábamos también con un trípode y un soporte para la cámara digital con cuatro focos alógenos incorporados. También disponíamos de dos focos móviles que se utilizaron para las imágenes de huesos muy grandes (*Bos taurus*).



**Figura 7:** Imagen del sistema de soporte utilizado. Laboratorio de Fauna Arqueológica. UAB.

Los primeros pasos de este nuevo trabajo resultaron difíciles: en primer lugar, nos planteábamos poder ofrecer imágenes consecutivas de un mismo elemento esquelético de forma que, a modo de película, pudiéramos ensamblarlas, generando dos rotaciones, una vertical y otra horizontal, en un mismo plano.



**Figura 8:** Secuenciando la toma de imágenes consecutivas en ambos planos, intentamos adquirir imágenes suficientes para la vista de un elemento esquelético completo.

Como ya hemos comentado, fueron unos primeros intentos de obtener secuencias de imágenes con las que se emularía el formato 3D.

Después de realizar muchas pruebas de sujeción de distintos elementos del esqueleto, surgieron bastantes dificultades: “fabricamos“ diferentes soportes, en base a un plato giratorio y un sistema de sujeción simple con hilo de pesca, pero no todos los elementos del esqueleto permitían una rotación gradual y continuada. Habíamos determinado que, para poder plasmar en imágenes un giro completo, vertical u horizontal, necesitábamos un mínimo de 40 imágenes por plano, es decir, 10 imágenes por cada 90°.

Con los huesos de pequeño tamaño o de animales pequeños, conseguimos una serie de imágenes correctas, pero con los huesos de animales más grandes, o con los de difícil sujeción, como cráneos, escápulas o pelvis, resultaba prácticamente imposible adaptar cualquiera de nuestros soportes.

Por otro lado surgía de nuevo el problema de la compatibilidad de los programas comerciales con los que se podría explotar esa base de pequeñas películas y la cuestión de la elevada demanda de espacio de memoria.

Con esta experiencia y después de comprobar los resultados obtenidos con el prototipo de software comercial en 3D - de coste muy elevado pero más asequible que los utilizados en el ámbito médico - decidimos abandonar este tipo de formato y adoptar las vistas determinadas por el trabajo de R. Barone (1976) ofreciendo imágenes de alta calidad y manteniendo nuestros objetivos de funcionalidad y facilidad de uso y de actualización del atlas.

Inicialmente seleccionamos seis especies de la colección de referencia del laboratorio de Fauna Arqueológica de la UAB. Se escogieron estos ejemplares dado que se trataba de individuos completos en un 80-90 % y de su frecuente representación en la fauna de los yacimientos del NE peninsular post-mesolíticos. Se trata de ejemplares de: *Capra hircus*; *Bos taurus*; *Canis familiaris*, *Cervus elaphus* y *Capreolus capreolus*. Con la colaboración del Museo de Zoología de Barcelona, se añadieron ejemplares de *Canis lupus*, *Linx linx* y *Sus Scrofa*.

En algunos casos, la falta de algún elemento del esqueleto del ejemplar escogido se suplantó con el mismo elemento de otro ejemplar de la misma especie o una parecida, debidamente indicado en las imágenes. Aunque esto pueda parecer un inconveniente en

realidad es una comprobación de la viabilidad del sistema puesto que lo que pretendemos es precisamente que cada usuario pueda fácilmente suplir las carencias que encuentre en el sistema a medida que este se va desarrollando. En otras ocasiones, simplemente el programa indicará que no existe esta imagen. Pero al tratarse de un programa abierto a la participación de otros centros de investigación, pueden incluirse posteriormente las imágenes sin grandes dificultades de programación informática.



**Figura 9:** La imagen del Cráneo de *Dama Dama*, sustituye en el atlas la del Cráneo de *Cervus Elaphus*, dado que no contamos con esta parte anatómica del animal.

## 9.1 Captura de Imágenes

El proceso de la captura de imágenes es sencillo, pero requiere un orden estricto y un poco de práctica en el manejo de la cámara digital. En primer lugar, habrá que regular la intensidad de la luz sobre el hueso: existen diferentes formas de recuperar un esqueleto de un animal. Una de ellas, es a base de un tratamiento enzimático que elimina los tejidos blandos de forma bastante rápida. El resultado es un esqueleto de un color extremadamente blanco. Otra forma de acceder a los elementos óseos es mediante la de la inhumación experimental del individuo. En estos casos, los huesos muestran una coloración mucho más oscura, que va del ocre al gris oscuro dependiendo de la matriz en la que ha sido enterrado y del tratamiento de limpieza final posterior a la exhumación. Por tanto, habrá que regular correctamente la intensidad de la luz, según esas características y la necesidad de obtener imágenes nítidas.

El uso del trípode o del soporte con focos se utiliza según la magnitud del esqueleto: en los casos de animales grandes (*Bos taurus*, *Cervus elaphus*) se utiliza el trípode y una lente Vivitar de 55 mm., adaptada a la cámara Canon. En los animales de talla pequeña o mediana, se tomaron las imágenes directamente desde el soporte.

La disposición del escenario es la siguiente: sobre un fondo negro, se sitúa el hueso. Se añade una referencia métrica, se ajusta la luz y se procede a capturar la imagen mediante el programa Canon RemoteCapture desde la cámara al ordenador.

Se trata de un programa de funcionamiento muy sencillo de captura de imágenes. Únicamente habrá que tener en cuenta comprobar las distintas conexiones entre la cámara y el ordenador y definir, antes de empezar, la resolución deseada y la carpeta de destino de las imágenes capturadas.

Llegados a este punto, especificamos algunos aspectos a destacar:

1. En el caso de huesos pares, se ha escogido el lado izquierdo como referente, de forma que siempre se muestren imágenes de ese lado, si el programa no indica lo contrario.

2. Se capturan imágenes de cada cara de un mismo elemento, siguiendo el modelo utilizado por J. Barone: Vista Dorsal, Vista Ventral, Vista Lateral, Vista Frontal y Vista Caudal, en el caso de las vértebras, cráneo y huesos largos. En tarsales, carpiales y falanges se capturaron la Vista Proximal, Vista Distal, Vista Medial, Vista Plantar, Vista Palmar, de manera que se posibilita la vista de todo el hueso.
3. Cuando se añade un ejemplar a la colección de referencia del laboratorio de Arqueozoología de la UAB, se identifica con la nomenclatura de la familia y de la especie antes mencionada, añadiendo un número de orden del inventario específico de nuestro Laboratorio, de manera que cada individuo cuenta con un registro único: CAFA 12; CAFA 37; CAFA 61, etc.
4. Si se concatena este registro, con las siglas de identificación de cada hueso y las de cada cara, también se genera un identificador único para cada imagen: CAFA 12 HU v. lateral, CAFA 12 HU v. ventral, etc. En el caso del Radio, Ulna, Húmero, Fémur, Tibia, Fíbula, Metacarpos y Metatarsos, se han realizado capturas de imágenes de las epífisis proximales y distales. En las costillas, también se incluyen imágenes de las articulaciones, dado que se trata de una parte muy significativa para la identificación de la especie y de la lateralidad.
5. Este trabajo muestra todos los huesos del esqueleto de seis mamíferos, pero sin incluir los dientes, ya que, vistas sus características discriminantes, la complejidad de existir un número variable de elementos en maxilar y mandíbula para cada especie y edad y por la información que podemos extraer desde el punto de vista arqueológico, creemos mucho más conveniente realizar una base de datos y de imágenes específica, para añadirla más adelante.
6. Cada individuo posee sus propias características morfológicas del esqueleto, algunas de las cuales se pueden apreciar claramente en las imágenes del atlas. También habrá que tener en cuenta posibles características que pueden llevar a confusión en el momento de una determinación correcta. Estas son propias de la especie o de un mismo individuo, patologías, origen, edad y sexo de cada animal. También podemos encontrar taxones con enfermedades degenerativas de los huesos, descalcificaciones, deformaciones, marcas de roturas recuperadas.

En otros casos, la envergadura de los animales puede variar considerablemente dependiendo del sexo, la raza y del origen. La edad del animal – en el momento de la muerte - condiciona la fusión de epífisis y de suturas diversas.

7. Las imágenes se adquieren en formato JPG, tienen una medida de 2160 x 1440 píxeles y fluctúan entre 1 MG y 1,7 MG de tamaño. Hemos escogido este formato porque es el más extendido comercialmente y no tenemos el problema de pérdida de definición o deformación del color con la compresión utilizada en este formato.

Una vez capturada la imagen, esta toma automáticamente un nombre alfanumérico marcado por la memoria de la cámara fotográfica, seguido del formato del archivo. El primer paso es, pues, el cambio de nombre de cada fotografía dándole un nombre convencional según el sistema estándar del laboratorio que hemos descrito arriba, mediante el siguiente proceso y manteniendo el formato JPG:

1. Nombre de la imagen que ofrece la cámara por defecto (dependiendo de cada fabricante: por ejemplo “md\_01.JPG”, “IMG\_00n.JPG”). Será necesario siempre cambiar el nombre del archivo).
2. Traducción manual, según la especie, el hueso y la vista, de manera:  
*Capra hircus*: Cahi  
Cráneo: Cr  
Vista lateral: v. lateral
3. Resultado final: Cahi Cr v. lateral

En caso de utilizar dos o más ejemplares de una misma especie para completar un esqueleto, hemos añadido el número de registro del laboratorio, de manera:

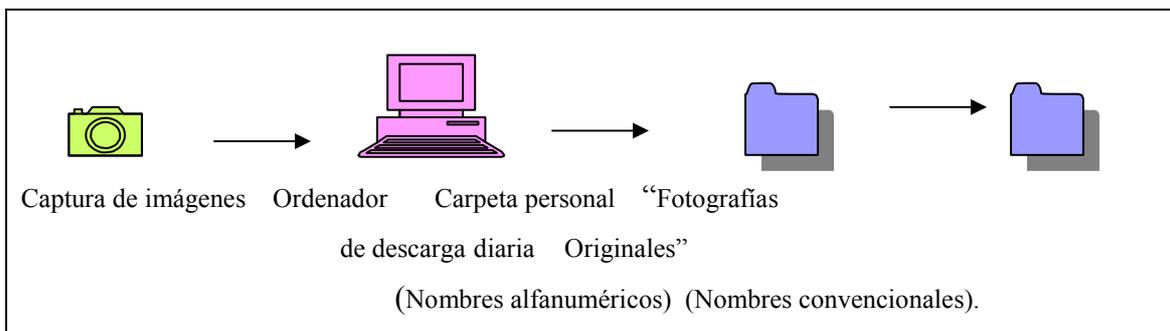
Cahi 22 Cr. v. lateral

De esta forma, cada imagen adquiere un nombre único e irrepetible. Es imprescindible mantener siempre el mismo orden y terminología, respetando los espacios en blanco entre siglas, los puntos y la utilización de mayúsculas y minúsculas. Así se impiden duplicados de la misma imagen, se facilita la identificación y el acceso directo a la imagen en caso de necesidad y se asegura un buen comportamiento de las fórmulas que posteriormente utilizaremos en el montaje del programa. Es muy importante realizar

este cambio de nombre de la imagen a medida que se vayan capturando y guardando en la memoria del ordenador.

Cada vez que se capturan imágenes a través del programa RemoteCapture, se inicia una numeración automática y correlativa, tal y como hemos indicado. Pero si se eliminan las imágenes guardadas en la memoria de cámara, en el caso de la cámara que hemos utilizado se reiniciaba la numeración, comenzando de nuevo por el número 01.<sup>7</sup>

Por tanto, se creó una carpeta diaria de cada descarga, a la que se asignaba como nombre la fecha de la captura. Una vez modificados los nombres de cada archivo de imagen, se acumulaban en una nueva carpeta de archivos que se llamó “Fotografías originales”.



**Figura 10:** Esquema del proceso de la captura de imágenes para la elaboración de la carpeta que contendrá todas las imágenes originales con su nombre correspondiente y único.

<sup>7</sup> Como este programa y el equipo del laboratorio se comparte entre diversos usuarios, la cámara acumula muchas imágenes de distinta naturaleza. Es imprescindible descargarlas en una carpeta creada por cada usuario/a o bien directamente en el propio ordenador personal, de manera que no se altere ninguno de los trabajos que se están llevando a cabo.



**Figura 11:** Imagen original: “md\_03\_JGP” del día 21.3.2007, de 1 MB de tamaño y de 30,48 cm. de altura x 20,32 cm. de anchura, con una resolución de 180 píxeles por pulgada. Antes de incorporar esta imagen al archivo “Fotografías originales”, se cambió el nombre por el de “Linx Es v. lateral”. Como el Lince fue uno de los animales cedidos desde el Museo de Zoología de Barcelona, no cuenta con número de registro del Laboratorio de Arqueozoología de la UAB.

## 9.2 Tratamiento de las Imágenes

Para el tratamiento de las imágenes se ha utilizado el programa Adobe Photoshop CS, aunque también se han utilizado versiones anteriores, manteniendo siempre el formato de archivo JPG.

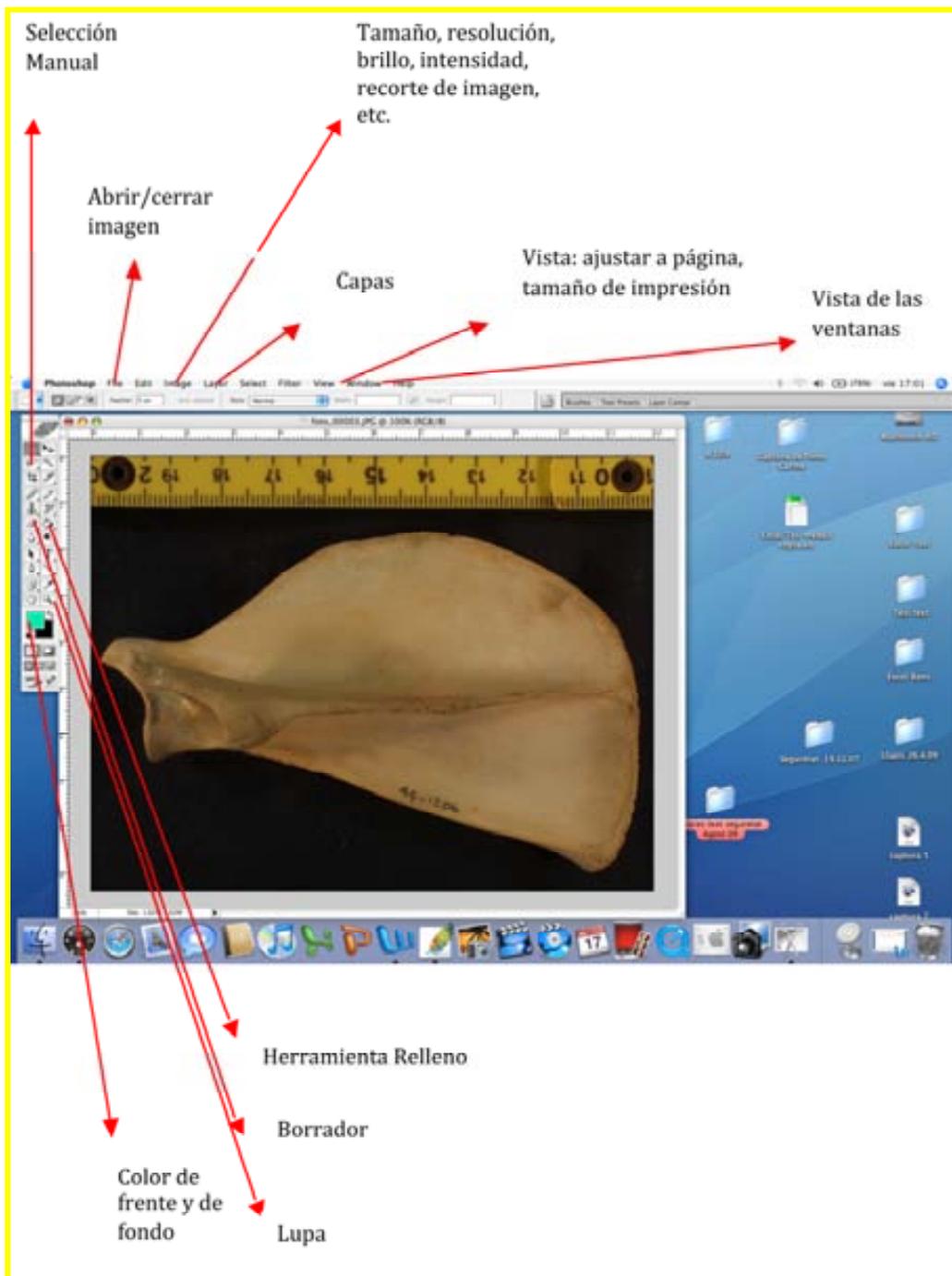
El programa Adobe Photoshop CS o - en cualquiera de sus versiones e idiomas- es muy conocido pero su uso requiere un poco de práctica: ofrece una gran cantidad de herramientas y opciones para el retoque fotográfico. Para llevar a cabo nuestro trabajo, solo se utilizaron parte de estas herramientas, pero fue necesario conocer el funcionamiento de la mayoría de ellas.<sup>8</sup>

Ya que se empezó trabajando con las primeras versiones, el aprendizaje fue gradual y no requirió un gran esfuerzo.

En la siguiente imagen, se indican las herramientas más utilizadas para la elaboración de este atlas. No obstante, será muy útil comprobar el funcionamiento de las distintas herramientas y opciones que ofrece el programa, así como mantener abiertas las ventanas correspondientes a las capas y al navegador.

---

<sup>8</sup> Se recomienda realizar algunas de las prácticas que se incluyen en el programa. A través de Internet, puede accederse a una gran diversidad de tutoriales, que incluyen demostraciones *on line* muy interesantes.

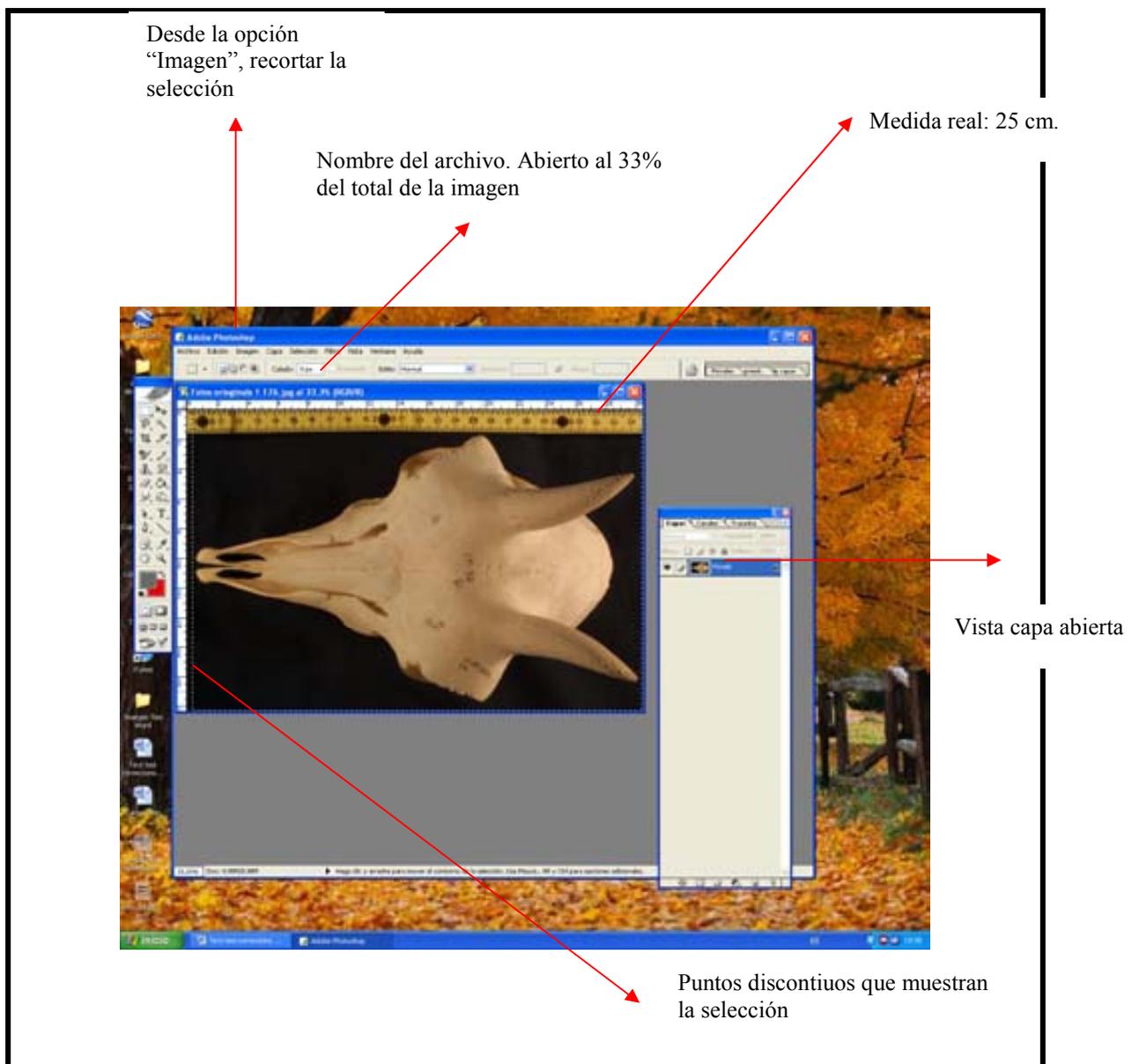


**Figura 12:** Programa Adobe Photoshop CS: Localización de las herramientas más utilizadas para el tratamiento de las imágenes.

El proceso de trabajo de tratamiento de las imágenes para conseguir la deseada, viene determinado por los siguientes pasos, una vez abierto el archivo correspondiente desde el programa Photoshop:

**1. Seleccionar el área de la imagen: con la herramienta “Seleccionar”**

(cuadrado punteado de las herramientas), se define el área exacta que ocupa la imagen del hueso, dejando un pequeño margen a ambos lados del plano original, para añadir posteriormente el texto de los puntos diagnósticos. Recortar, desde la opción “Imagen”



**Figura 13:** Programa Adobe Photoshop CS: Observaciones para la selección de la imagen.

## **2. Convertir la imagen al tamaño real: a través de la opción “Tamaño de la imagen”**

Nuestro objetivo fue que el usuario/a del atlas pudiera optar a observar el hueso a tamaño real en pantalla, es decir, que la referencia métrica mostrada sobre cada imagen correspondiera exactamente al tamaño indicado.

En algunas imágenes, el tamaño de la referencia métrica es de 5 cm. En las imágenes más pequeñas – carpiales, tarsales, etc.- se sustituye por una referencia de 2 cm.

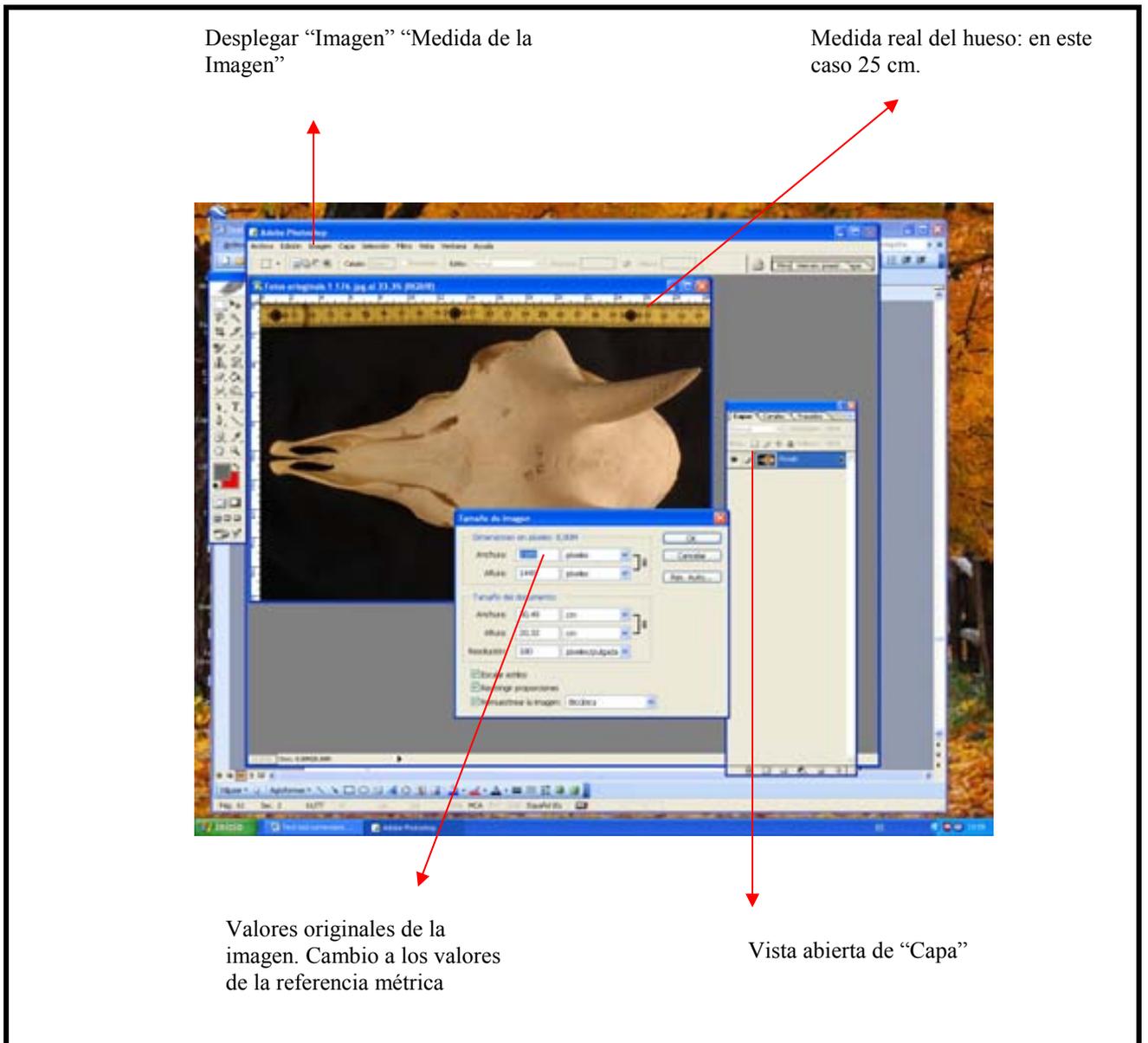
Para el trabajo de conversión de la imagen a tamaño real se utilizó un ordenador con una pantalla de 640 pixels x 480 pixels y 72 pp de resolución.

Posteriormente, el avance tecnológico, tanto en el tamaño como en la resolución de las pantallas, implicó que nuestra alternativa solo fuera viable en algunos ordenadores.

Por tanto, será necesario observar siempre la referencia métrica indicada y aplicar la conversión a tamaño real solo en pantallas de baja resolución.

Aunque en estos momentos la alternativa que ofrecemos no es muy funcional, detallaremos el proceso que seguimos para la información del usuario/a de este atlas.

Manteniendo abierto el archivo antes recortado se selecciona la opción “Imagen”, “Tamaño de la imagen”. Aparece una ventana con toda la información del documento. Se modifican los valores de anchura y/o altura según la referencia métrica de la imagen, en centímetros. En este caso son 25 cm. de anchura.



**Figura 14:** Programa Adobe Photoshop CS: Observaciones para el ajuste de las medidas de la imagen

Cambiaremos la anchura en cm. de las medidas iniciales, lo que reducirá la imagen.

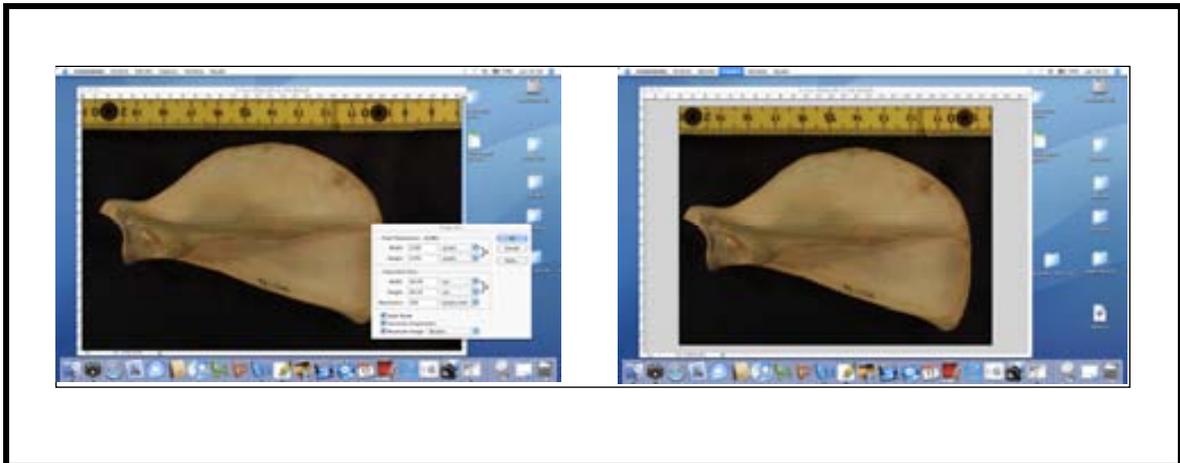
Es necesario diferenciar la medida del lienzo de la de la propia imagen del hueso, definida según la referencia métrica que aparece en la imagen. El tamaño del lienzo puede modificarse sin aumentar el tamaño de la imagen, es decir, se puede ampliar la anchura y altura de la capa del fondo sin modificar la imagen del hueso.

Otro aspecto a tener en cuenta es mantener las medidas en centímetros. El programa ofrece la opción de poder calcular en pulgadas, porcentajes, milímetros, etc.

Aunque la referencia métrica siempre indicará la medida del hueso, el primer paso es mostrar el hueso a *tamaño real* (de forma proporcional y sin fondo añadido), de manera que activando la opción desde “Vista” a “Tamaño de impresión”, la imagen del hueso adquiera la media real.

(Por defecto, el programa muestra un 40% de su tamaño)<sup>9</sup>

Este proceso requiere un sencillo cálculo matemático, ya que, la medida que indica la referencia métrica, no se corresponde a la medida real en centímetros de la imagen en la pantalla como se puede comprobar al abrir una imagen si superponemos una sencilla regla sobre nuestra imagen.



**Figura 15:** Programa Adobe Photoshop CS: Imagen inicial (1) y final (2) después del ajuste de las medidas.

<sup>9</sup> Puede que este porcentaje varíe según la configuración de las preferencias que se hayan definido en el ordenador que se utilice.

Así por ejemplo:

partimos de una imagen inicial de **14 cm.** de anchura, según la medida indicada por la referencia métrica en la fotografía (Figura 15) (1).

El recorte de la imagen con margen según la medida indicada por la referencia métrica en la fotografía es de **11,5 cm.** de anchura. (Figura 15) (2).

Tamaño de real de esta imagen recortada, sobreponiendo una regla en la pantalla del ordenador es de **20 cm.** de anchura.

Si seleccionamos en el menú “Vista”, “Tamaño de impresión”, la imagen mostrada en la pantalla es **8,5 cm.** de anchura “reales”, es decir, sobreponiendo una regla, la medida de la imagen es de 8,5 cm.

La finalidad es conseguir que la imagen en vista “Tamaño de impresión” al 100%, sea de 11,5 cm. de anchura, para lo que habrá que incrementar/reducir la medida de la imagen que antes hemos modificado.

El cálculo es el siguiente (siempre que la resolución de la pantalla de nuestro ordenador sea de 72 píxels/p y las dimensiones de 640 píxels x 480 píxels, como ya hemos mencionado):

$$8,5 - 11,5 = -3 \text{ (sin tener en cuenta el signo).}$$

$$3/11,5 \times 100 = 15,79 \%: \text{ Porcentaje de la diferencia entre las dos vistas}$$

$$\underline{20 \times 15,79} = 3,16 \text{ centímetros a añadir a la anchura del tamaño de la imagen}$$

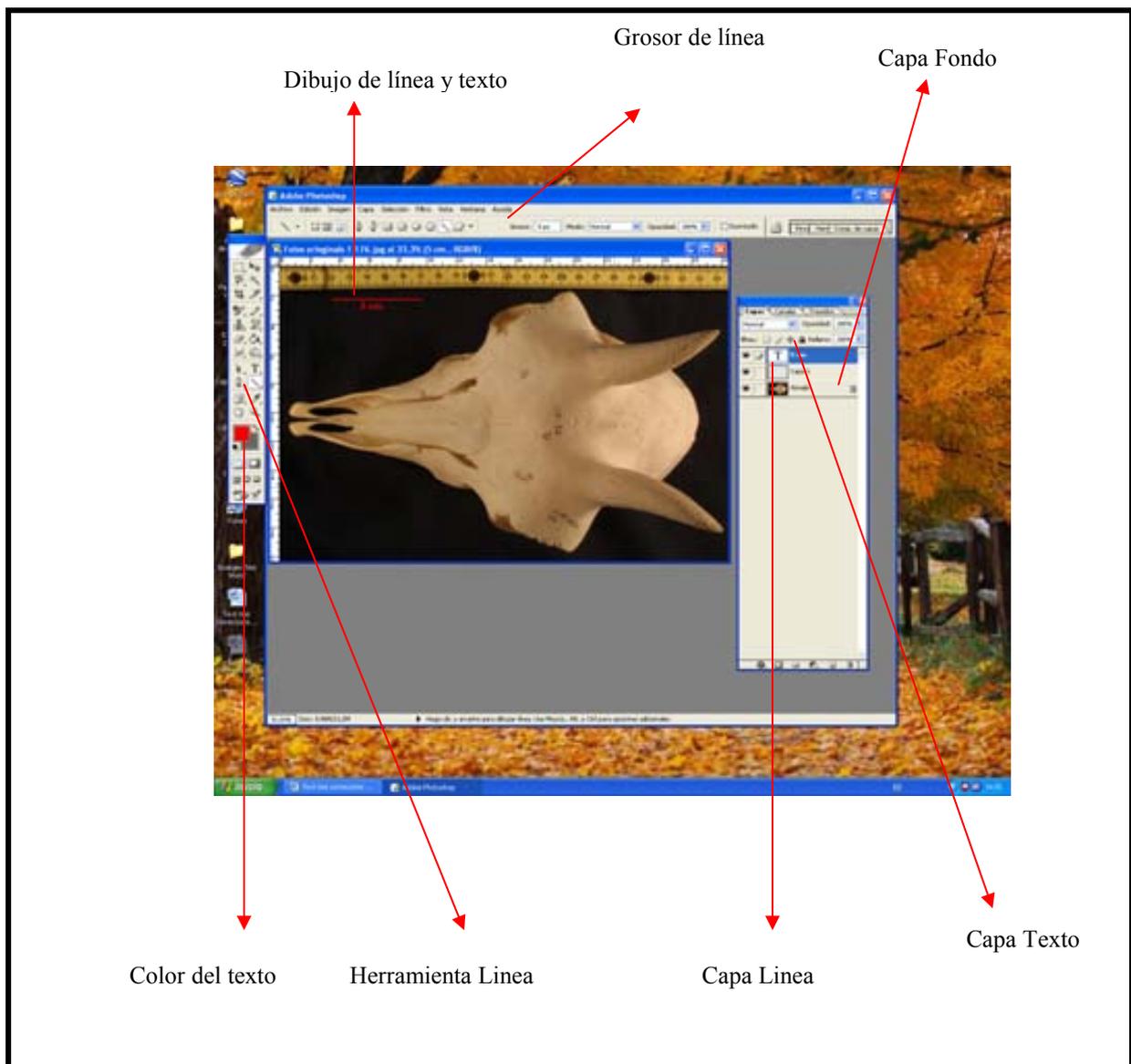
$$20 + 3,16 = 23,16 \text{ Tamaño final}$$

Aplicando a la anchura de la imagen este valor, el ordenador calculará automáticamente la altura respetando la proporciones originales. Si aplicamos la opción “Tamaño de impresión”, la imagen medirá exactamente 11,5 cm. de anchura, la misma medida que indica la referencia métrica mostrada.

Dada la diversidad de tipos y tamaños de pantalla hoy día resulta imposible realizar un atlas que responda universalmente a esas condiciones ideales que definimos al principio. Por ello el tamaño natural auténtico no será necesariamente el que se mostrará en todas las pantallas. Aún así como hemos definido el tamaño de la imagen con una escala de referencia el tamaño natural se puede estimar o se puede lograr imprimiendo la imagen mostrada.

### **3. Substitución de la referencia métrica original:**

por cuestiones de simplificación estética decidimos sustituir la referencia métrica por una línea de tamaño fijo. Esto se consigue abriendo una nueva capa, sustituir la referencia métrica por una línea, añadiendo su valor en centímetros. Posteriormente, sobre la misma imagen, incluiremos una capa para dibujar una línea roja que indique el valor métrico. Para huesos pequeños (falanges, carpiales, tarsales, etc. de animales medianos y pequeños) se muestran 2 cm. Para huesos grandes, se muestran 5 cm. Situados en la capa fondo de la imagen. Una vez dibujada la línea de la extensión elegida sobre la referencia métrica original, se selecciona y se borra la esa referencia métrica inicial.



**Figura 16:** Programa Adobe Photoshop CS: Localización de las herramientas para la sustitución de la referencia métrica.

#### **4. Unificar el fondo:**

borrar ruidos, aclarar/oscurecer la imagen, si es necesario, para mejorar los detalles. Con la herramienta “Relleno”, se unifica el fondo en color negro. Si es necesario, se aumenta o disminuye la tolerancia de esta herramienta. En las zonas donde se requiere mayor precisión, se aumenta la vista de la imagen mediante la opción “Zoom”, hasta que se pueda trabajar cómodamente.

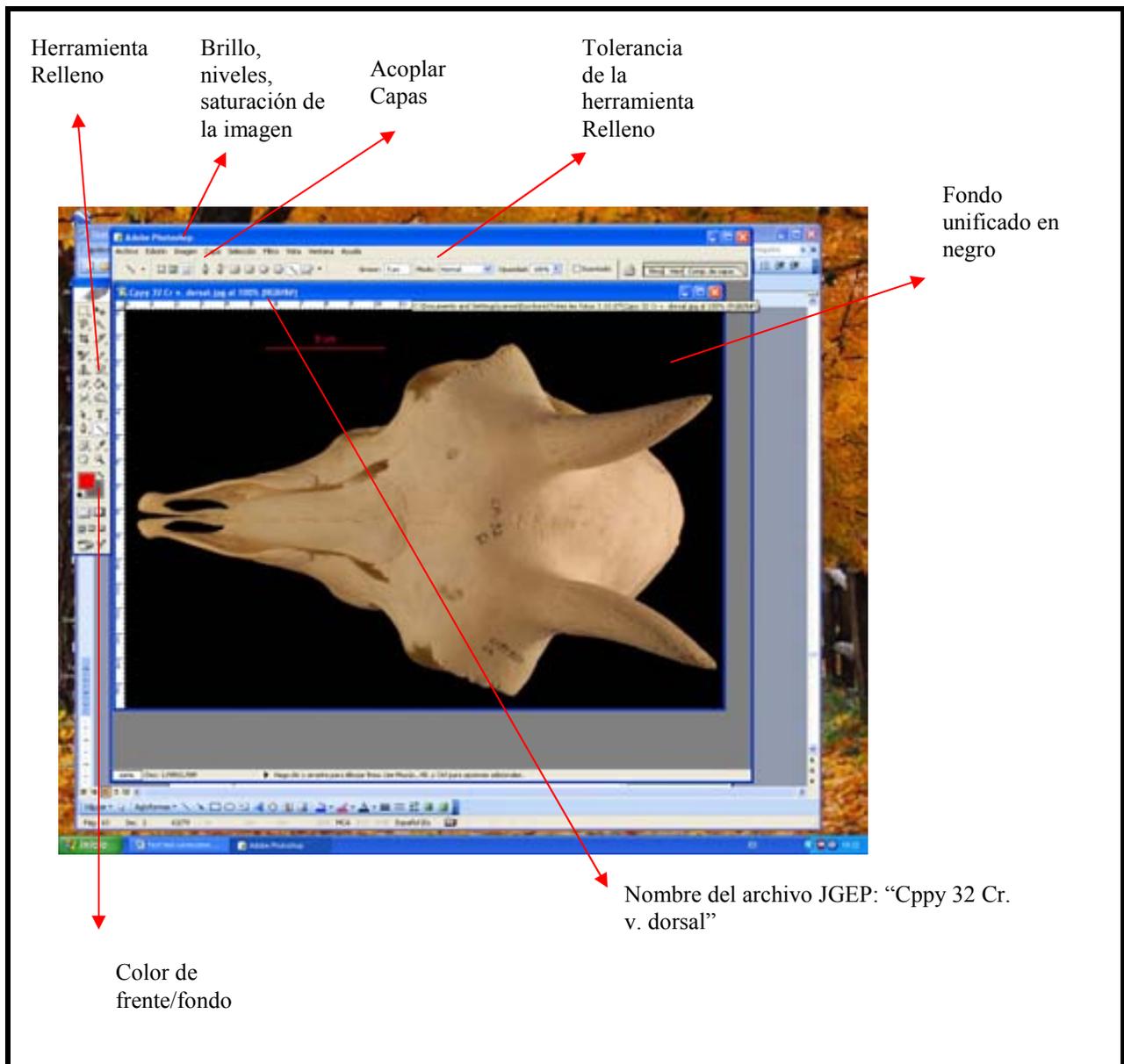
Si es necesario, se ajustan los niveles de luz (brillo, niveles, saturación) manualmente, y se matiza el perfil del hueso.

Progresivamente, hemos ido creando varias capas de trabajo en una misma imagen. Cada dibujo, texto, etc. se ha elaborado en una capa distinta, para proteger el fondo del documento, que es la imagen original.

Será necesario al finalizar, acoplar las capas creadas, es decir, unir todas las capas en una.

Para acoplar las capas, se accede desde la herramienta “Capas” “Acoplar Capas”. Guardar el nuevo archivo en formato JPEG, manteniendo exactamente el mismo nombre, con espacios, comas, puntos, mayúsculas, minúsculas, etc.

Éste será el archivo definitivo de las imágenes que formaran la base de datos de imágenes.



**Figura 17:** Programa Adobe Photoshop CS: Localización de las herramientas para el tratamiento final de la imagen.

### 9.3 Generar la lista de los archivos definitivos

Para facilitar el trabajo nemotécnicamente hemos renombrado los archivos de imágenes originales según el código de abreviaturas que utilizamos en el laboratorio. Sin embargo a nivel operacional del programa de Excel nos ha convenido simplificar esta denominación suprimiendo espacios y puntuaciones. De manera que en las operaciones se van a utilizar una siglas simplicadas para relacionar cada imagen.

Un ejemplo del resultado de la lista de archivos definitivos para las imágenes de *Bos taurus*, es:

BotaAtvc	BotaEsvl	BotaFeepvcd
BotaAtvcd	BotaEsvm	BotaFeepvl
BotaAtvd	BotaFaIIIvd	BotaFeepvm
BotaAtvl	BotaFaIIIvl	BotaFevc
BotaAtvv	BotaFaIIvd	BotaFevcd
BotaAxvc	BotaFaIIvl	BotaFevl
BotaAxvcd	BotaFaIIvp	BotaFevm
BotaAxvd	BotaFaIvd	BotaHuedvc
BotaAxvl	BotaFaIvl	BotaHuedvcd
BotaAxvv	BotaFaIvp	BotaHuedvl
BotaCalvd	BotaFeedvc	BotaHuedvm
BotaCalvm	BotaFeedvcd	BotaHuepvc
BotaCarpaccvm	BotaFeedvl	BotaHuepvcd
BotaCarp1vl	BotaFeedvm	BotaHuepvl
BotaCarp2vdt	BotaFeepvc	BotaHuepvm
BotaCarp2vpx	BotaFeepvcd	BotaHuvc
BotaCarp3vdt	BotaFeepvl	BotaHuvcd
BotaCarp3vpx	BotaFeepvm	BotaHuvl
BotaCarp4vdt	BotaFevc	BotaHuvm
BotaCarp4vpx	BotaFevcd	BotaMcvd
BotaCarpaccvl	BotaFevl	BotaMcvl

BotaCarpaccvm	BotaFevm	BotaMcvp
BotaCarpcentralvdt	BotaHuedvc	BotaMdv1
BotaCarpcentralvpx	BotaHuedvcd	BotaMdvvm
BotaCarpradialvdt	BotaHuedvl	BotaMtvdt
BotaCarpradialvpx	BotaHuedvm	BotaMtv1
BotaCarpulnarvdt	BotaHuepvc	BotaMtvpm
BotaCarpulnarvpx	BotaFeepvcd	BotaPelvd
BotaCos10ep	BotaFeepvl	BotaPelvl
BotaCos10vc	BotaFeepvm	BotaPelvv
BotaCos10vcd	BotaFevc	BotaRaedvd
BotaCos2ep	BotaFevcd	BotaRaedvl
BotaCos2vc	BotaFevl	BotaRaedvm
BotaCos2vcd	BotaFevm	BotaRaedvp
BotaCos8ep	BotaHuedvc	BotaRaepvd
BotaCos8vc	BotaHuedvcd	BotaRaepvl
BotaCos8vcd	BotaHuedvl	BotaRaepvm
BotaCrvc	BotaHuedvm	BotaRaepvp
BotaCrvcd	BotaHuepvc	BotaRavd
BotaCrvd	BotaHuepvcd	BotaRavl
BotaCrvl	BotaHuepvl	BotaRavm
BotaCrvv	BotaHuepvm	BotaRavp

Como puede comprobarse en el resultado final de programa, existe una diferencia en el número de imágenes según el individuo. Esto se debe a diversos factores:

- Las diferencias entre especies implican un distinto número de carpiales y tarsales. Los Carpiales II-III son dos huesos distintos en el perro y uno solo en bovidos, por ejemplo. Lo mismo sucede en el Carpial escapolunar (*Os scapholunatum* u *Os carpi intermedioradiale*), en los huesos carpiales I y IV o en los huesos Tarsales: Tarsal I-II-III.
- Dependiendo del individuo o de la especie, la tibia y la fibula pueden estar unidas, mostrando en una sola imagen los dos huesos.
- El radio y la ulna pueden mostrarse en una sola imagen.

- No hemos podido disponer de algunos huesos, como algunos carpiales y tarsales. En caso de poder conseguir estas imágenes, se añadirían a la base de datos de fotografía.
- Es muy importante mantener esta base de datos con los nombres bien ordenados alfabéticamente, de forma ascendente. En el caso de añadir imágenes, habrá que mantener este orden para asegurar el buen funcionamiento de las fórmulas aplicadas.

#### 9.4 Puntos diagnósticos

Cada hueso del esqueleto animal posee zonas morfológicas diagnósticas: cavidades, cóndilos, epífisis, zonas de articulación, torsiones, marcas y orificios (forámenes) de inserción de tendones, nervios, canales, etc.

La mayoría de restos arqueozoológicos no corresponden a huesos enteros, si no a fracciones de huesos, algunos de ellos, de difícil identificación.

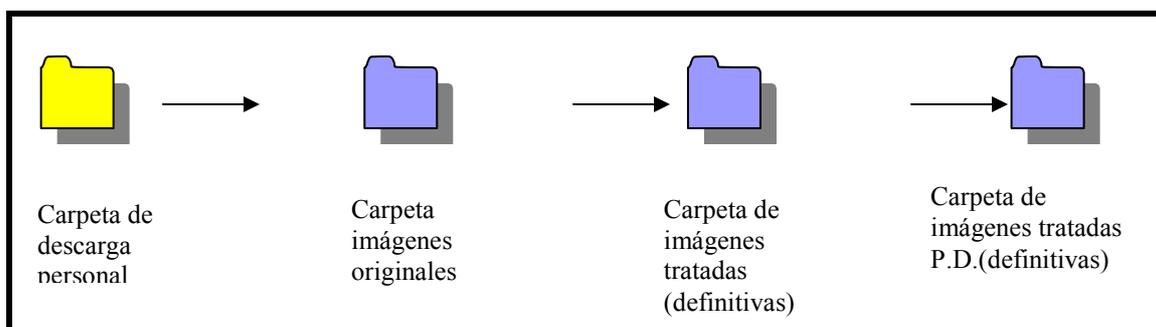
En la práctica, las zonas o puntos diagnósticos ayudan a identificar el hueso y la especie: un foramen, una torsión, una cavidad, un cóndilo, etc. pueden ser claramente representativos de un hueso de una especie concreta. Por tanto, decidimos incluir esta información en el atlas osteológico.

En nuestro caso, hemos seleccionado estos puntos diagnósticos en base a la imagen que mostramos, de forma que puedan apreciarse claramente sobre las caras mostradas. Siguiendo la obra de Barone ( 1976) y de Schmid ( 1972) básicamente, hemos señalado sobre las imágenes de nuestra base de datos las zonas o puntos que pueden ayudar al usuario/a a la determinación de la fauna arqueológica.

Es evidente que sobre cada imagen no se indican todos los puntos diagnósticos reflejados en los atlas mencionados, ya que no pueden apreciarse claramente. Por tanto, hemos optado solo por incluir aquellas zonas que se distinguen nítidamente sobre las imágenes mostradas.

Por tanto, hemos utilizado la base de datos de imágenes definitiva (fotografías tratadas y en tamaño reducido a 640 x 480 píxeles) y se duplica cada imagen, guardándola con el mismo nombre, pero añadiendo las siglas “p.d.”(Puntos diagnósticos). La imagen de la vista lateral del cráneo de Cabra, por ejemplo, estará duplicada en dos documentos JPEG: Cahí Cr. v. lateral y Cahí v. lateral p.d.

De esta forma, se crea un cuarto y último archivo de imágenes:



**Figura 18:** Secuencia de las carpetas de archivos creadas.

El proceso de trabajo se realizó partiendo de las imágenes de una misma cara de un hueso de cada especie – cara dorsal del cráneo de cada especie, cara ventral del cráneo de cada especie, etc. -. Facilitó la tarea la localización de cada punto diagnóstico sobre un dibujo en papel, marcando aquellos puntos o zonas distintivas que, desde la perspectiva arqueológica, pueden ser indicadores y/o diferenciadores de una especie o de un elemento esquelético concreto.

Nuevamente, a través el programa Photoshop CS y sobre cada imagen del archivo de puntos diagnósticos, se añade una capa.

Para facilitar la distinción entre las diferentes especies mostradas, se utilizan distintos colores, que se escogen de la paleta de colores que muestra el indicador de frente/fondo de la imagen. Hemos escogido:

*Capra hircus*: Amarillo

*Bos taurus*: Azul intenso

*Canis familiaris*: Verde claro

*Cervus elaphus*: Lila

*Capreolus capreolus*: Naranja

*Canis lupus*: Verde oscuro

*Linx linx*: Celeste

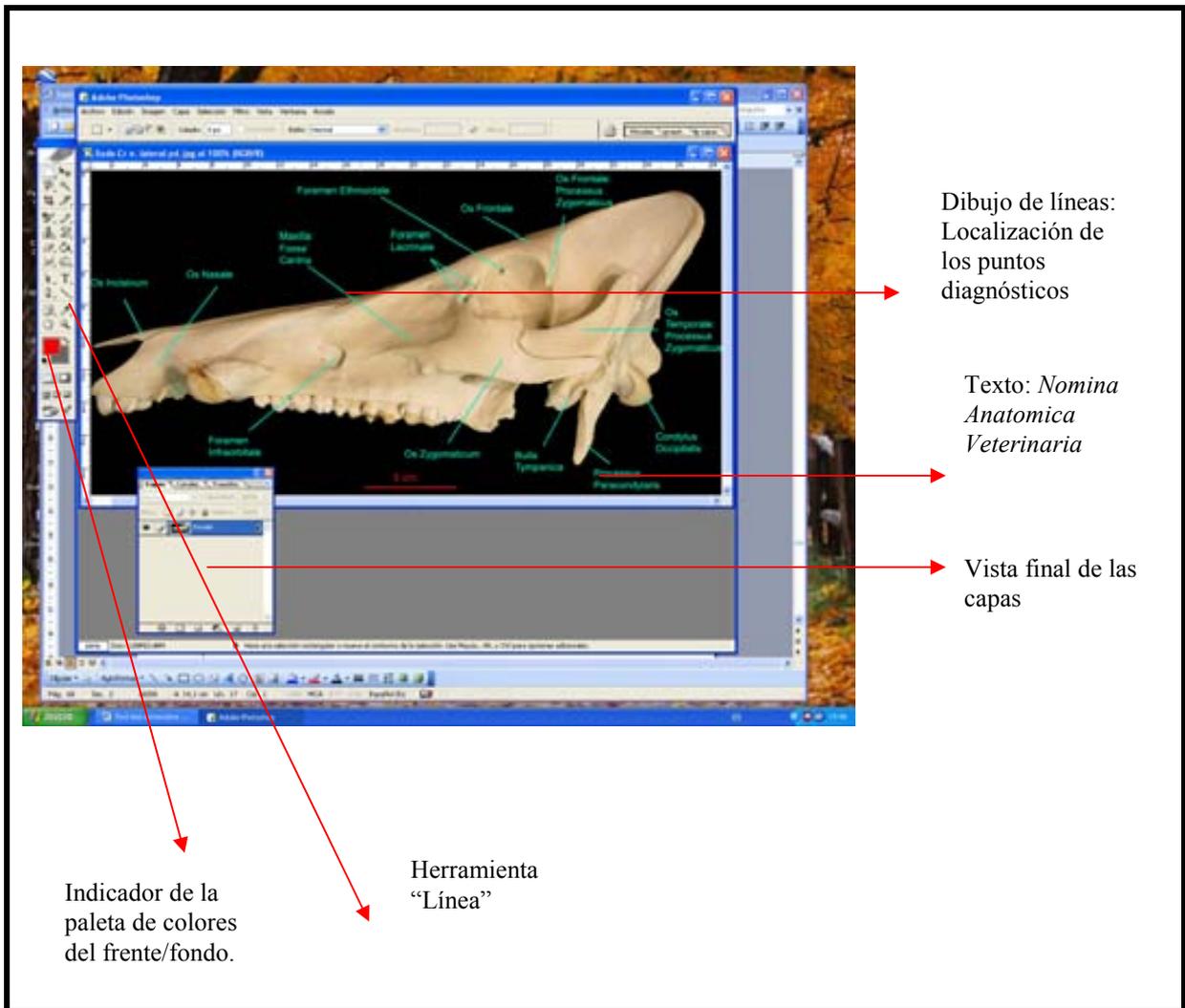
*Sus Scrofa*: Turquesa

Posteriormente, se dibujan con la herramienta “Línea” todas las líneas indicadoras de los puntos diagnósticos. Después, se inserta el texto correspondiente, utilizando terminología veterinaria (*Nomina Anatomica Veterinaria*, 1975).

Para escribir el texto se utiliza la herramienta “Texto”, que añade una capa automáticamente cada vez que se utiliza, de manera que, en algunas ocasiones, las imágenes pueden contener hasta veinte capas de escritura, como en el caso de los cráneos.

Esto que, *a priori*, parece dificultar el trabajo, es sumamente práctico: en caso de error, se resitúa el texto, se corrige o se elimina directamente la capa creada.

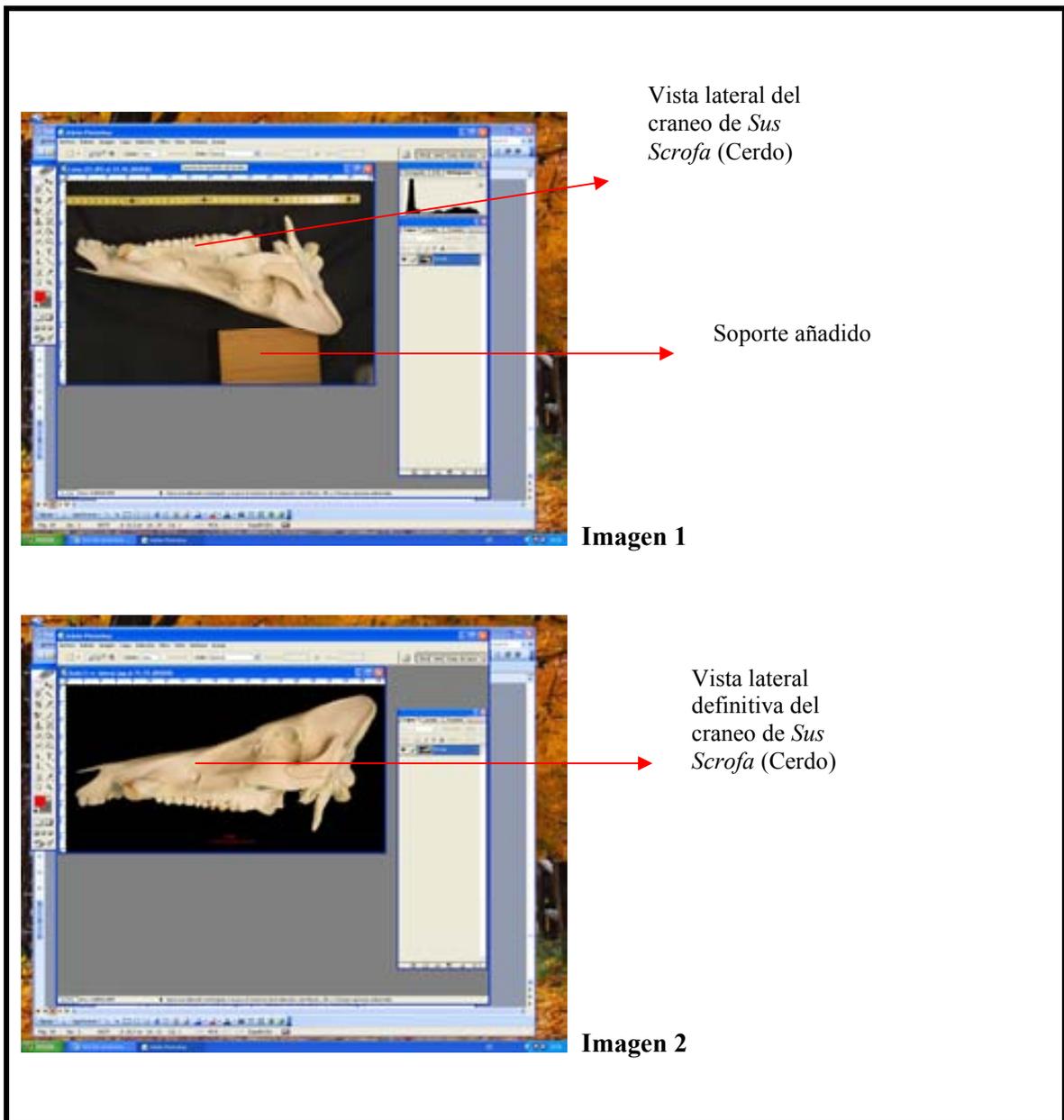
Una vez establecidos todos los puntos diagnósticos, desde la opción “Capas” se procede a “acoplar capas”, obteniendo la imagen final, en una sola capa.



**Figura 19:** Programa Adobe Photoshop CS: Localización de las herramientas para añadir los puntos diagnósticos.

Este proceso implicó la eliminación y repetición de algunas imágenes que se habían considerado definitivas: aunque mostraban la misma cara de un hueso, una pequeña inclinación, o una zona oscurecida, impedían observar claramente los puntos diagnósticos más importantes, más discriminatorios.

Con pequeños “trucos”, se capturaron las nuevas imágenes correctas: utilización de pequeños soportes debajo del fondo, utilizando “blutac” para mantener el hueso en posición, redirigiendo la luz de los focos con planchas metálicas, apagando o encendiendo más o menos focos, etc.



**Figura 20:** Programa Adobe Photoshop CS: Imagen 1: Muestra de la utilización de un soporte para la captura de la imagen del Cráneo de cerdo en vista lateral. Imagen 2: Imagen definitiva, una vez tratada, con un giro de 180°

Una vez acabadas las indicaciones de los puntos diagnósticos, se procede a acoplar las capas y a guardar la imagen en una carpeta de archivos de “Puntos diagnósticos”. El resultado es una nueva base de datos, que ha de contener forzosamente el mismo número de imágenes que los anteriores, pero con las siglas “p.d.” finales en el nombre de cada imagen.

## 9.5 Montaje de la base de datos para las imágenes

Una vez guardados todos los archivos de imágenes en copias de seguridad, empezaron nuestros intentos de buscar y adaptar un software adecuado. Necesitábamos que fuera de fácil intercambio, ambivalente tanto en el sistema Windows como en el Macintosh, que permitiera la ampliación de la base de datos de imágenes y, sobre todo, nuestro objetivo era poder ofrecer al arqueólogo/a un soporte de fácil utilización, que no implicara un aprendizaje complejo a nivel de programación informática, ya que, evidentemente, tampoco somos expertos informáticos.

Nuestros primeros intentos con el programa Excel, no lograron muchos avances: el encaje de las dos plataformas – Mac y PC- parecía imposible.

Se escogió otra alternativa: la Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Barcelona exige a sus alumnos de último curso un trabajo final de carrera. Este hecho posibilitaba que algún estudiante realizara su trabajo en base a nuestras necesidades. La colaboración del director de esta facultad, Dr. Remo Supi, fue decisiva para desarrollar el software necesario por parte de la estudiante Mónica Fernández, para llevar a cabo una primera presentación de este atlas.

Este trabajo – depositado en la Facultad de Informática de la UAB – consistió en formalizar el funcionamiento del atlas a través de la programación en el sistema Linux. Después de diversas entrevistas y jornadas de trabajo, se presentó un proyecto.

Se trataba de un trabajo excelente, desde el punto de vista informático, pero no respondía a las necesidades generadas desde una praxis arqueológica.

Aunque facilitamos a la programadora las bases de datos de imágenes antes mencionadas, le resultaba muy difícil entender nuestra petición y los objetivos que pretendíamos: necesitábamos que el programa pudiera *imitar* el trabajo de la diferenciación taxonómica que llevamos a cabo en la práctica: la comparación entre el mismo hueso de distintas especies, la búsqueda de una zona diagnóstica, de un punto diferencial, etc. implica necesariamente, el acceso rápido a la vista en pantalla de distintas imágenes al mismo tiempo, a la ampliación de estas imágenes, y, sobre todo, a

la inclusión posterior de vínculos con otras bases de datos – biométricas, por ejemplo - que puedan mostrarse conjuntamente con la imagen deseada.

El proyecto presentado mostraba imágenes vinculadas a órdenes informáticas complejas: se proporcionó un dibujo de un esqueleto anónimo de un animal. Sobre cada hueso, la estudiante desarrolló órdenes de apertura y de cierre de las imágenes correspondientes, permitiendo al usuario/a escoger la cara deseada. Pero no permitía mantener las imágenes *abiertas* al mismo tiempo, para poder realizar una comparación visual.

Desde el punto de vista informático, este proyecto utilizaba un lenguaje de programación específico, y, *a priori*, desconocido para la mayoría de arqueólogos/as. Por tanto, era muy difícil que un usuario/a no especialista en informática, pudiera modificar, añadir o intercambiar información utilizando este modelo. En definitiva es el problema común al de las sofisticadas páginas web que se realizan por encargo y que luego requieren de la dependencia de un profesional para su actualización constante.

Reconociendo una valoración muy positiva de este proyecto, tanto desde el punto de vista de la colaboración y del interés mostrado desde la Facultad de Informática de la UAB, como desde el punto de vista informático, la presentación de este proyecto nos empujó a continuar buscando nuestras propias alternativas y mantener los objetivos fijados, aunque con muchas dificultades.

Por tanto, se pudieron reafirmar tres aspectos imprescindibles del trabajo que queríamos llevar a cabo:

1. El atlas debía realizarlo un/a arqueólogo, o, como mínimo supervisarlo, perfilarlo y modificarlo según los objetivos arqueológicos establecidos en la base de nuestro trabajo.
2. Necesitábamos un sistema informático mucho más simple, al alcance de un /a usuario de nivel medio, con una interface familiar para los/as usuarios/as.
3. Debía ser un trabajo *abierto* a nuevas aportaciones arqueológicas.

Inicialmente, parecía que el programa Power Point, de Microsoft cumplía con todos los requisitos: era un programa muy conocido y utilizado por arqueólogos/as como soporte a exposiciones, conferencias, trabajos, etc.; se mostraba ambivalente tanto en la

plataforma Macintosh como en la Windows; permitía ampliar el número de imágenes, según se fueran añadiendo distintas especies; pero no conseguimos mantener diferentes pantallas abiertas a la vez para comparar distintos elementos del esqueleto del mismo animal o de animales diferentes.

La única solución era incluir en una misma pantalla un número preciso de comparaciones posibles que pudiera escoger el usuario/a, lo cual implicaba limitar extraordinariamente la información: En el caso de la identificación de un elemento completo, las opciones de comparación son más limitadas. Pero si se trata de un fragmento, las posibilidades aumentan y se hacía necesario ofrecer muchas más alternativas de comparación. Todo ello complicaba muchísimo más la utilidad del atlas. Además, en el caso de añadir más especies de animales, se hacía indispensable modificar todas las alternativas de comparación, lo que implicaba rehacer la mayoría de las pantallas de comparaciones que se pudieran ofrecer.

Por tanto, también se descartó el programa Power Point para este atlas. No se desarrolló la utilización del programa Access, de Microsoft, ya que no existe – en este momento- una versión para el sistema Macintosh.<sup>10</sup>

Después de muchos intentos, finalmente se optó por centrarnos en el programa de Excel de Microsoft, en su versión 2004, tanto para Macintosh como para PC, vista la experiencia anterior desarrollada mediante este programa en la clasificación morfométrica de la arqueo-avifauna fueguina.

El programa Excel de Microsoft es una aplicación muy conocida, sobre todo a nivel de contabilidad. Las posibilidades de cálculo y del uso de las fórmulas que ofrece en el ámbito de la economía y de la estadística, así como la facilidad de combinación de este formato, ha dado como resultado que muchas entidades bancarias y estamentos oficiales además de usuarios particulares lo utilicen como modelo de comunicación.

---

<sup>10</sup> Como ya hemos comentado, no somos expertas informáticas. Es posible que cualquiera de los programas descartados pudieran ofrecer más alternativas que no hemos conseguido desarrollar. Pero nuestra elección ha sido en base a un conocimiento y una utilización de la informática exclusivamente a nivel de usuario, es decir, a un nivel similar al nuestro.

En nuestro caso, el programa Excel ofrece una alternativa muy importante a través de su paleta de fórmulas: la utilización conjunta de las fórmulas lógicas (*If...then*), las funciones de hipervínculo a otros archivos, la posibilidad de insertar funciones macro e imágenes, nos impulsó a insistir en la elaboración del atlas en este formato.

Además, el uso – cada vez más generalizado - de este programa para el tratamiento de datos arqueológicos, implicaba que los arqueólogos/as conocían el funcionamiento del programa, como mínimo, a nivel de usuarios/as.

El programa Excel ofrece también la posibilidad de ir añadiendo más información a medida que se va adquiriendo, así como de mantener el archivo cerrado mediante una contraseña. También permite mantener documentos hipervinculados de imágenes abiertos o cerrados a voluntad del usuario, de manera que no es necesaria la creación de pantallas de comparación limitadas. Frente a una página elaborada sobre un programa de tratamiento de textos (tipo Word de Microsoft) el programa Excel tiene la ventaja de simplificarse gracias a la utilización de funciones. En un tratamiento de textos se tendría que generar una estructura arborescente en la que cada página con un índice condujera a una nueva página hipervinculada para encontrar al final la página con el hipervínculo a la imagen deseada. Esto sería un engorro a la hora de establecer las comparaciones.

A partir de un documento elaborado con un programa de tratamiento de texto se podría haber generado un documento en formato html que contuviera los enlaces a todas imágenes. Pero la correcta visualización o la visualización simultánea dependería totalmente de la configuración de cada navegador en cada ordenador.

Otra alternativa habría sido la de construir un sistema a través de páginas web entrelazadas y ligadas a un servidor. Aunque esta era la solución preferida por parte de las personas especialistas en informática y habría sido una solución relativamente fácil (ver p.e. López Plana et al., 2008) esta opción tampoco satisfacía los requerimientos de transportabilidad y de ser un sistema abierto y ampliable por parte de cada usuario.

Finalmente generar un documento en formato PDF (el cual sería de fácil y universal consulta) es todavía más complicado y requiere disponer del editor de Adobe Acrobat que no es de uso común. Desde un programa de uso común (Tratamiento de textos, Presentaciones u de hoja de cálculo) no se generan directamente documentos PDF con hipervínculos a archivos externos (eso supondría que todas la imágenes deberían estar

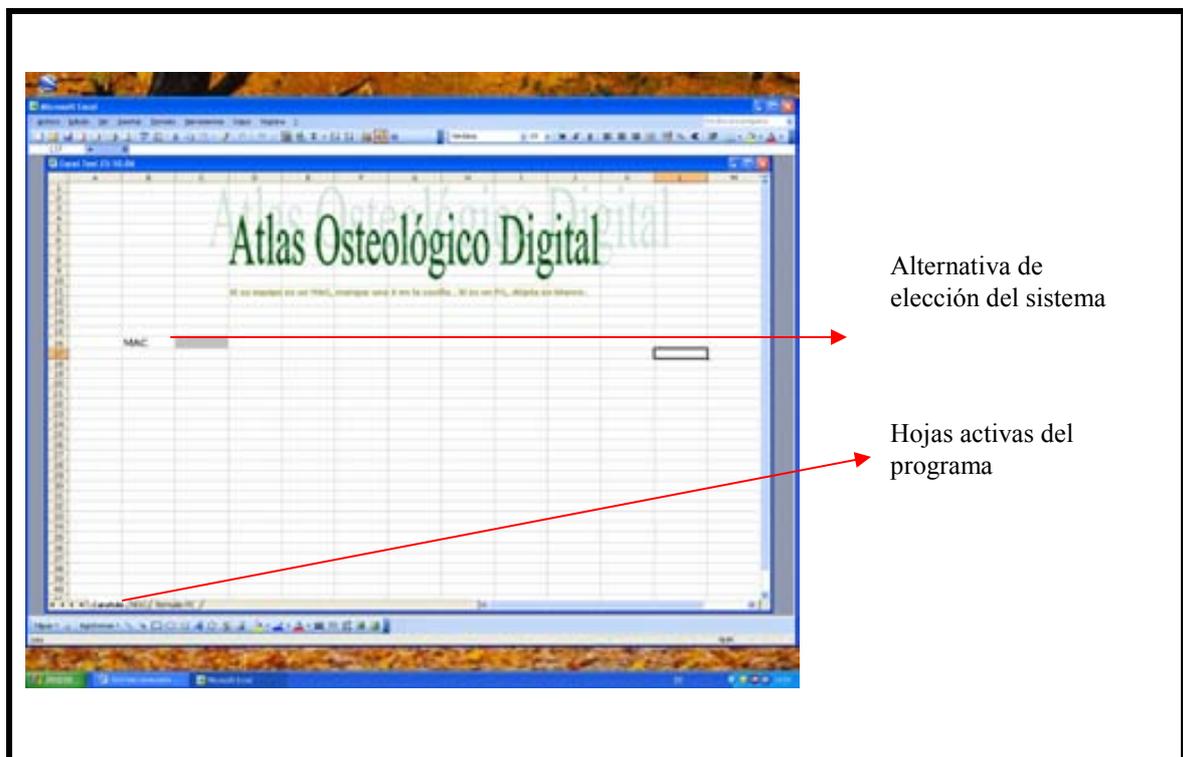
contenidas en el mismo documento –el documento sería demasiado grande- y tampoco se podrían visualizar al mismo tiempo.

En definitiva nos pareció que la opción del atlas a partir de una hoja de cálculo era la mejor opción por su elasticidad y por la simplificación de su manejo.

## 10. Atlas Osteológico Digital, versión primera.

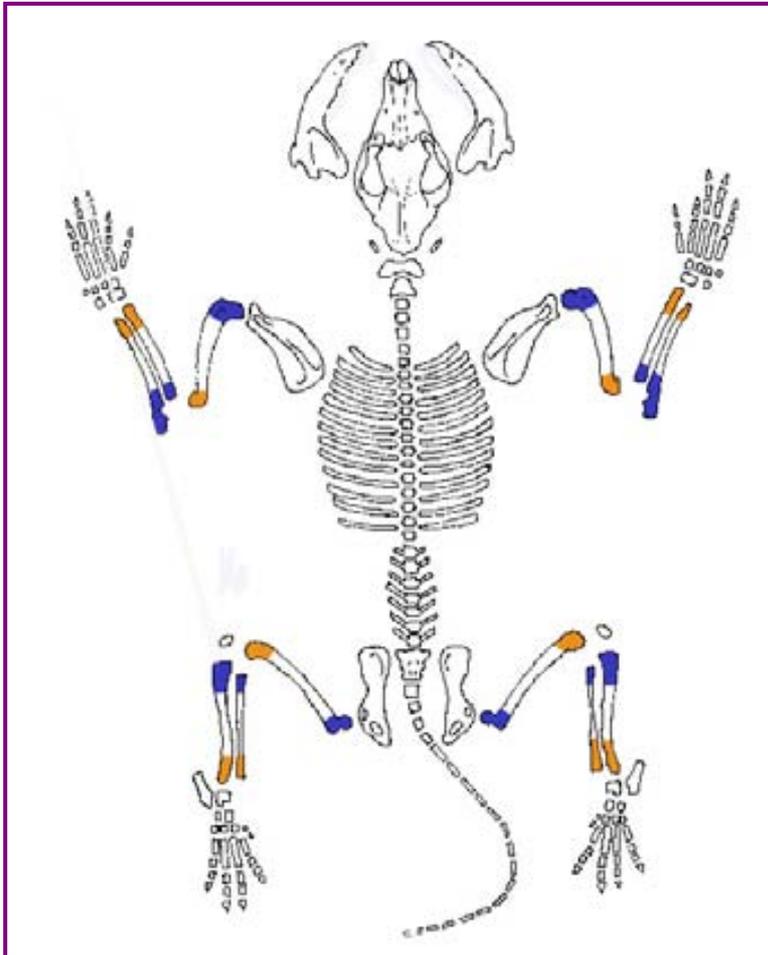
El primer paso fue crear un documento de Excel con tres hojas activas.

La primera hoja, que llamamos “Carátula” contiene una carátula de presentación y el acceso a la selección para trabajar con el sistema Macintosh o Windows.



**Figura 21:** Imagen de la hoja “Carátula”

En la segunda hoja, que hemos llamado “Nou”, incluimos un dibujo de un esqueleto de animal genérico, que muestra todos los huesos posibles matizando con áreas de distinto color las epífisis proximales - azules- y distales - naranjas-, ya que la base de datos contiene imágenes específicas de estas zonas.



**Figura 22:** Imagen de un esqueleto de animal genérico

Sobre este esqueleto, se incluyó en cada hueso un recuadro semitransparente, matizado en distintos colores pastel, con la función de diferenciar la zona de cada hueso.

De estos recuadros de colores, se eliminaron los bordes y se creó una función macro para cada hueso, es decir, una función macro para cada recuadro de color. Cada función macro, contiene una orden exacta: la selección del recuadro comporta la devolución de las siglas correspondientes a cada hueso, en una determinada casilla.

De esta forma, el usuario/a escoge un hueso del esqueleto y el programa lo registra debidamente.

En el margen izquierdo del esqueleto, se han creado una serie de “botones” activos, con las siglas de cada especie animal representada en el atlas. Cada botón contiene también una función macro. El usuario/a escoge una especie y el programa le devuelve las siglas correspondientes inscritas en una casilla.

En el margen derecho del esqueleto, se localizan los “botones” de las distintas caras. También con macros, el funcionamiento es el mismo que para la selección de la especie.

Así, el programa ha registrado mediante las siglas correspondientes la especie, el hueso y la cara solicitadas. Aunque siempre se mantendrá este orden en las casillas de anotación, la elección puede hacerse según la necesidad. Esto es conveniente ya que muchas veces, en el laboratorio, se separan los restos arqueológicos por tamaño o por parte del esqueleto, sin conocer exactamente a que especie pertenece.

La utilización de la función “crear macro” en el programa Excel, requiere indicar que se activen las macros cuando se inicie el programa. Sin esta opción, no funcionará el atlas.

Finalmente, presionando los botones indicados como “Imagen” y/o Imagen p.d.” se mostrarán las imágenes deseadas (sin o con indicación de los puntos diagnósticos). Pueden mantenerse abiertas varias imágenes a la vez, para compararlas y/o analizar los puntos diagnósticos. En el caso que no exista la imagen deseada – algunos huesos no hemos podido conseguirlos- el programa lo indicará correspondientemente al presionar estos botones.

Estos dos botones, que en esta hoja nos remiten a la imagen deseada, están vinculados a la tercera hoja activa del documento de Excel, a través de fórmulas, donde se ubica toda la información (los nombres de los archivos) de la base de datos de imágenes.

Botones con función macro asociada. Devuelven a la casilla 1 las siglas de la especie animal seleccionada

Herramientas: Macro

Zonas semitransparentes con una función macro asociada. Devuelven a la casilla 2 las siglas del nombre del hueso seleccionado

Botones con función macro asociada. Devuelven a la casilla 3 las siglas de la vista del hueso seleccionada

Casilla 1: devuelve las siglas del nombre de la especie animal seleccionada

Casilla 2: devuelve las siglas del nombre del hueso

Casilla 3: devuelve las siglas del nombre de la vista del hueso seleccionado

Siglas del resultado de la selección realizada. Notas de atención al usuario/a.

Siglas del resultado de la selección realizada con puntos diagnósticos. Notas de atención al usuario/a.

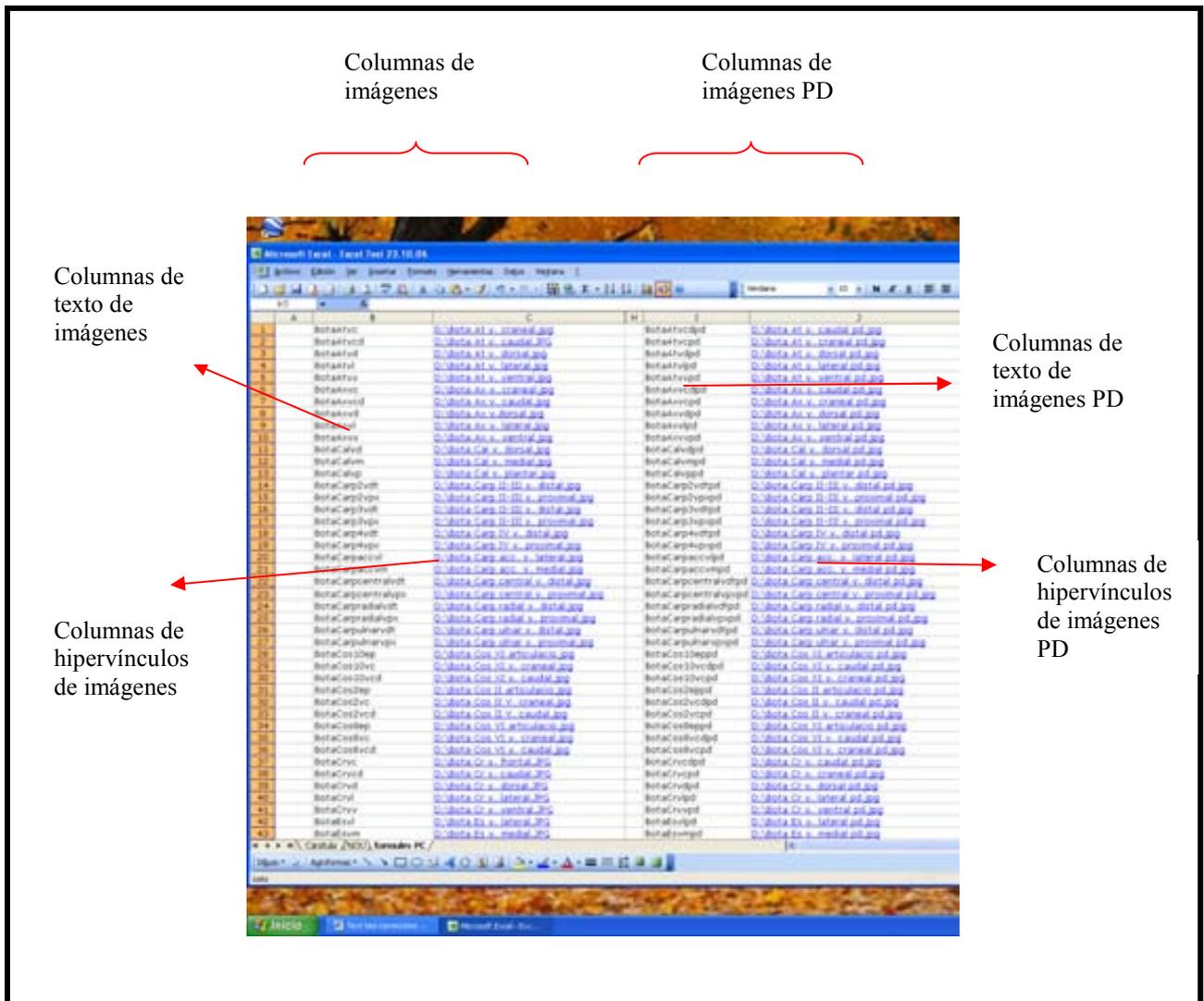
Acceso a la imagen deseada con puntos diagnósticos

Acceso a la imagen deseada

**Figura 23:** Imagen de la segunda hoja activa del documento de Excel.

El despliegue de una imagen y no de otra, depende de una serie de fórmulas que actúan en la tercera hoja del documento, que recibe el nombre de “Formulas PC”. En esta hoja, - que puede tener el acceso restringido por contraseña privando así que un usuario cualquiera pueda accidentalmente trastocar su organización imprescindible para el funcionamiento- se copiaron en una columna todos los nombres de las imágenes de la base de datos y en otra los mismos, concatenados con las siglas “p.d.”. Se trata de 1274 celdas en cada columna, todas ordenadas alfabéticamente en orden ascendente.

Después, se añadieron dos columnas en blanco, donde se vincularon – uno a uno- los nombres de las imágenes a cada archivo de imagen de las carpetas correspondientes, almacenados en un CD, utilizando la función “Hipervínculo”.



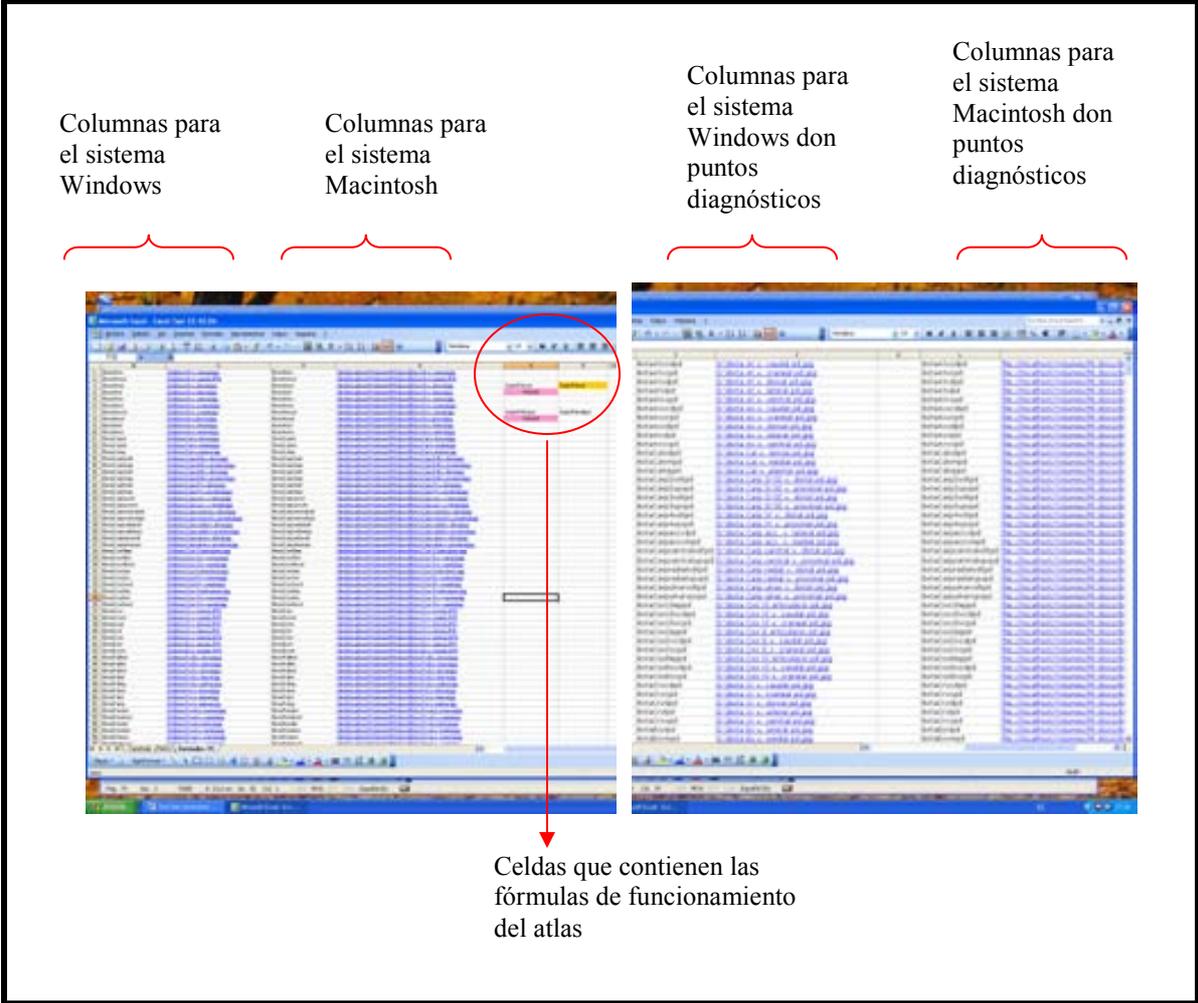
**Figura 24:** Imagen parcial de la tercera hoja activa del documento de Excel.

Los problemas de incompatibilidad entre la plataforma Macintosh y Windows no tardaron en aparecer: la función “Hipervínculo” genera una dirección de búsqueda distinta para cada sistema: mientras que en el sistema Windows, la localización de un CD viene definida por la dirección [D:\](#) más el nombre del archivo, en el sistema Macintosh se inicia con [file://localhost/Volumes/Mi disco/](#) más el nombre del archivo.

	<b>SISTEMA WINDOWS</b>		<b>SISTEMA MACINTOSH</b>
	<a href="#">D:\Bota At v.</a>		
BotaAtvl	<a href="#">lateral.jpg</a>	BotaAtvl	<a href="#">file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota At v. lateral.jpg</a>
	<a href="#">D:\Bota At v.</a>		
BotaAtvv	<a href="#">ventral.jpg</a>	BotaAtvv	<a href="#">file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota At v. ventral.jpg</a>
	<a href="#">D:\Bota Ax v.</a>		
BotaAxvc	<a href="#">craneal.jpg</a>	BotaAxvc	<a href="#">file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota Ax v. craneal.jpg</a>
	<a href="#">D:\Bota Ax v.</a>		
BotaAxvcd	<a href="#">caudal.jpg</a>	BotaAxvcd	<a href="#">file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota Ax v. caudal.jpg</a>

Después de intentar resolver esta incompatibilidad con todos los medios a nuestro alcance, se optó por duplicar nuevamente todas las columnas y volver a establecer los hipervínculos de las imágenes, añadiendo la opción, en la primera hoja activa del documento Excel, de escoger el sistema. Por tanto, la tercera hoja contiene cuatro columnas, semejantes dos a dos, un grupo para el sistema Macintosh y otro para Windows.

Estas incompatibilidades han quedado resueltas gracias al desarrollo del hardware. Cuando planteamos esta alternativa, los *pen drives* existentes en el mercado no disponían de la suficiente capacidad para almacenar todo nuestro trabajo. En relativamente poco tiempo, la capacidad de estos dispositivos han aumentado extraordinariamente, lo cual nos permitió ofrecer una alternativa a esta incompatibilidad, que presentaremos en el capítulo 12 de esta tesis. Este hecho demuestra lo que hemos comentado antes sobre el rápido desarrollo de la maquinaria rete al escaso desarrollo proporcional del software, que esencialmente en nuestro ámbito no hace mas que repetir y redundar en detalles poco sustantivos.



**Figura 25:** Imagen parcial de la tercera hoja activa del documento de Excel: vista de las columnas para el sistema Windows, para el sistema Macintosh y de la localización de las casillas que contienen las fórmulas.

## 10.1 Las fórmulas

Hemos partido de las fórmulas básicas que ofrece el programa Excel de Microsoft.

Desde la opción “Insertar “de la barra de herramientas, se accede al despliegue de las diversas funciones de Excel, ordenadas según sean financieras, matemáticas, lógicas, estadísticas, etc. También se ofrece la alternativa de insertar un texto breve indicando al programa cual es nuestra intención de cálculo: el programa devolverá la fórmula más indicada.

En la parte inferior de este menú, se muestra una definición escrita de la función seleccionada, así como el lenguaje específico para utilizar esa función. También muestra una alternativa de ayuda, la cual es muy útil.

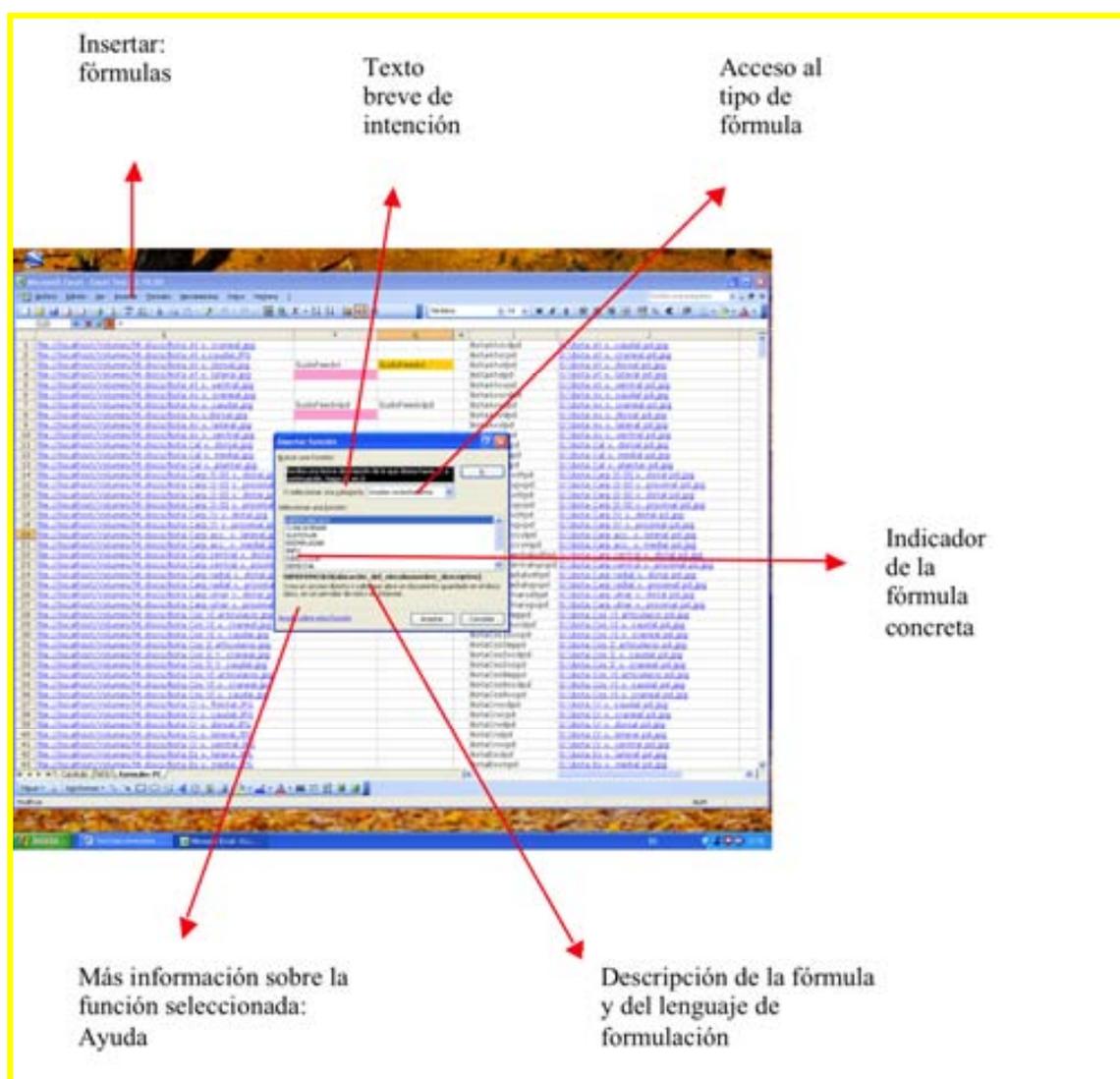


Figura 26: Insertar fórmulas en Excel

En nuestro trabajo, las fórmulas utilizadas han sido:<sup>11</sup>

**CONCATENAR:** une varios elementos de texto en uno solo.

**BUSCAR:** busca valores de un rango en una columna o en una fila desde una matriz. Para la utilización de cualquier fórmula del tipo “búsqueda y referencia” en un determinado rango, los datos deben estar siempre ordenados, siguiendo un mismo criterio.

**SI:** comprueba si se cumple una condición y devuelve un valor si se evalúa como “Verdadero” y otro valor si se evalúa como “Falso”.

**HIPERVÍNCULO:** crea un acceso directo o salto que abre un documento guardado en el disco duro, en un servidor de red o en Internet.

Todas estas fórmulas permiten concatenarse – unirse, anidarse - entre sí, de manera que una formulación correcta permite trabajar con distintas funciones simultáneamente, para obtener un solo resultado, o ejecutar una orden compleja.

Como ya hemos ido mencionando, cada hoja del documento de Excel tiene su propio nombre. Ha sido un nombre aleatorio, originado según nuestras necesidades al ordenar la información, pero que puede modificarse siempre que sea necesario. Este cambio originará forzosamente el cambio de nombre también en las fórmulas aplicadas.

En la primera hoja, “Carátula”, el usuario/a marcará con una “X” la casilla C16, correspondiente al sistema que desea utilizar, Windows o Macintosh.

Esto implicará que la búsqueda de imágenes se dirija hacia las columnas con hipervínculos adaptados al sistema de nomenclatura de archivos Macintosh o Windows (Ver figura 21).

La segunda hoja, “Nou”, se relaciona con la tercera hoja, “Formules PC” a través de las casillas que contienen las fórmulas.

---

<sup>11</sup> Para el trabajo con fórmulas, habrá que conocer los términos rango, celda, fila, columna, matriz, así como el uso de las comillas, paréntesis, dos puntos, etc.. Puede accederse a cualquier tutorial de Excel a través de Internet.

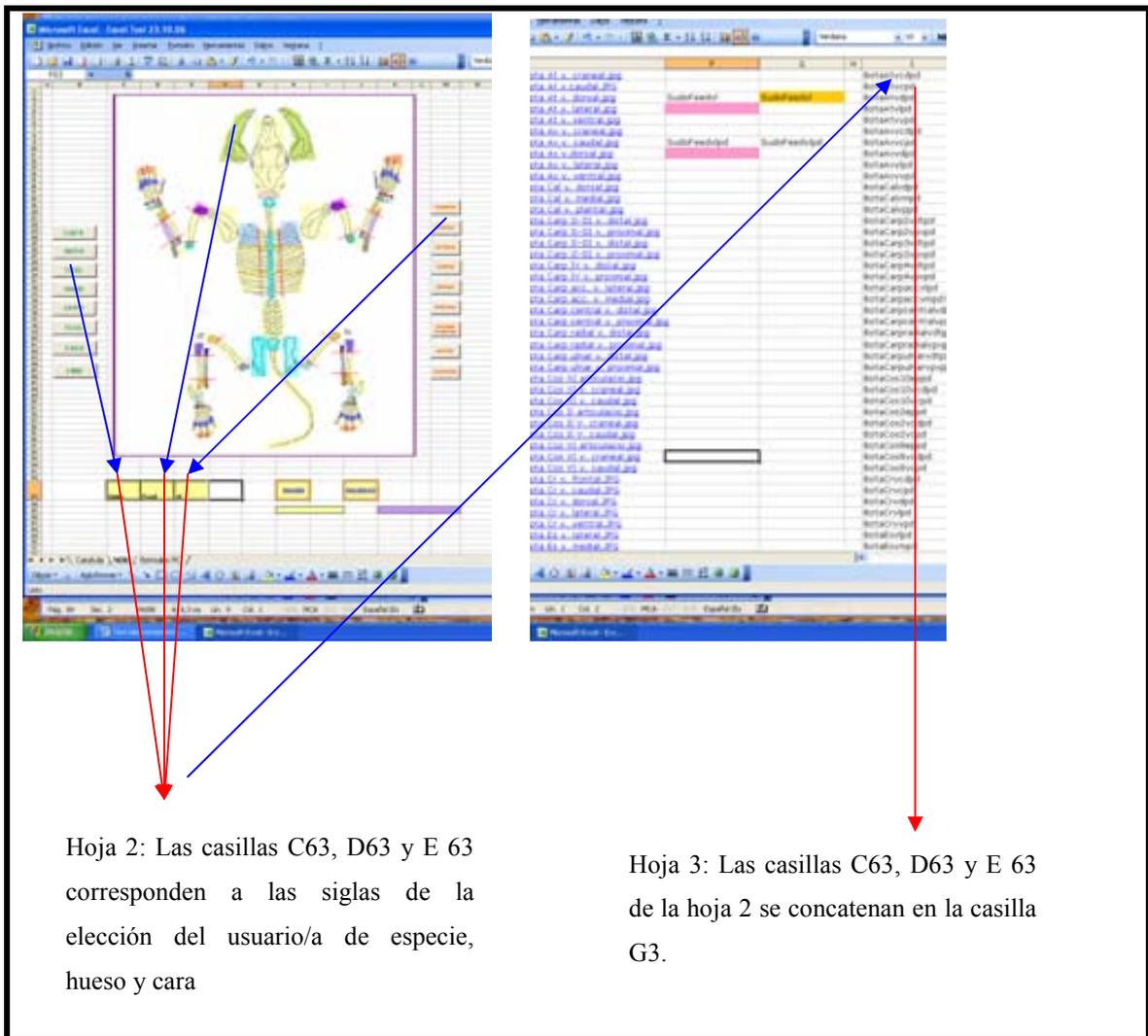
La selección de especie (colocada en la casilla C63 automáticamente mediante la macro asociada al boton correspondiente), hueso (colocada en la casilla D63 a partir de la macro asociada al boton que existe sobre la parte correspondiente del dibujo del esqueleto genérico) y cara (colocada en la casilla E63) se utilizan para generar el nombre de la imagen a buscar.

La función “Concatenar” aplicada a estas casillas genera una combinación de letras que se corresponden al nombre de esa imagen concreta (según la lista de nomenclaturas abreviadas: p.e. “BotaAtvc” para la vista caudal del atlas de *Bos taurus*) –si es que dicha imagen existe.

La tercera hoja, la casilla G3, es la que contiene contiene la fórmula:

=CONCATENAR (Nou!C63;Nou!D63;Nou!E63).

Es decir, concatena las siglas que contienen las casillas C63, D63 y E63 de la segunda hoja y revierte el resultado en la casilla G3 de la hoja “Formules PC”. Este resultado corresponderá a una imagen, que a su vez estará representada por las mismas siglas en una de las 1274 celdas de los dos pares de columnas con las nomenclaturas abreviadas de la tercera hoja.



**Figura 27:** Enlaces de las fórmulas de concatenación

El siguiente paso es buscar el nombre exacto del archivo de la imagen que esta relacionada con el hipervínculo a partir del resultado de la concatenación, en una de las 1274 celdas en el rango de una determinada columna, ya sea para el sistema Macintosh o para el Windows, según haya elegido el usuario/a., Para ello la celda F3 de la tercera hoja contiene la fórmula:

= SI (CARATULA!C16="X"; (BUSCAR(G3;D1:D1274)); (BUSCAR(G3; B1:B1274))).

En este caso, estamos primero indicando al programa la plataforma escogida por el usuario/a – PC o Mac. Esta condición va seguida del término de la búsqueda: si se ha marcado X en la casilla C16 de la hoja CARATULA en tonces buscará el valor de G3

en las Casillas que van de D1 a D1274. Es decir buscare el resultado del concatenado de “especie, elemento esquelético y vista” situado en la casilla G3 en el rango de la columna correspondiente a D1 a D1274 (fórmulas para MAC). En caso contrario (si no se ha marcado C16 de la hoja CARATULAS buscare ese valor de G3 en las casillas B1 a B1274 (las fórmulas preparadas para PC). La última cifra (1274) deberá cambiarse a medida que se añadan mas figuras al atlas y por tanto se añadan nuevas lineas al sistema de la hoja 3.

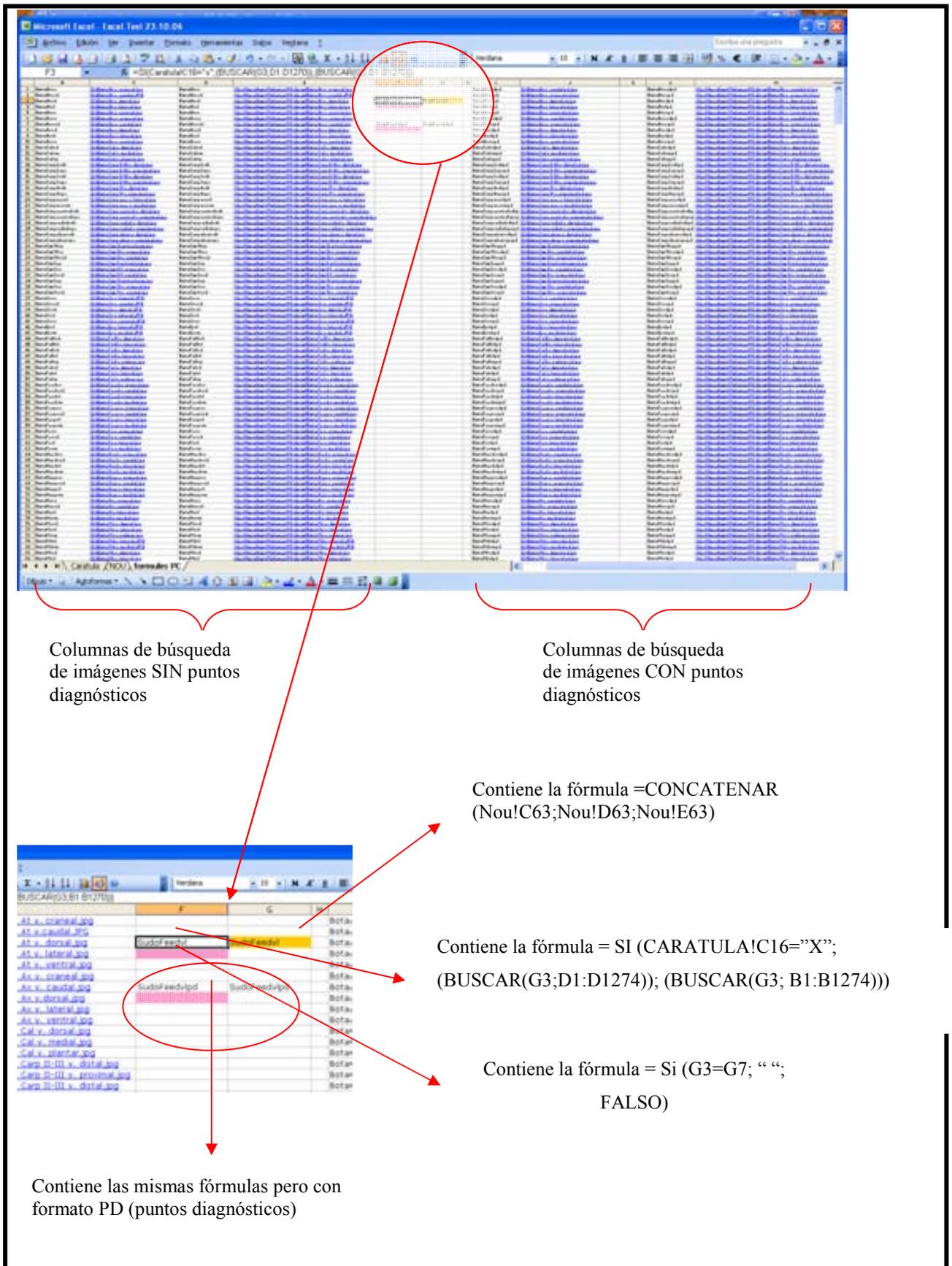
Como ya hemos mencionado anteriormente, por el tipo de algoritmo programado en este software es indispensable ordenar - según un mismo criterio – las columnas o filas a las que se aplique cualquier fórmula del tipo “Búsqueda y Referencia”, como BUSCAR, BUSCARV, ENCONTRAR, HALLAR, etc.

Cualquier cambio – añadir las siglas de una imagen o eliminarla – implicará que la búsqueda se detenga en la celda más “parecida” que el programa encuentre en primer lugar, y generará errores de presentación de imágenes.

Como a lo largo del trabajo nos hemos encontrado más de una vez en este caso y para que cualquier persona que desee modificar la lista original no se encuentre frente a este fallo inesperado, añadimos la celda F4 de verificación del resultado:

= Si (G3=G7; “ “; FALSO).

De esta forma, verificamos que la búsqueda ofrezca exactamente el resultado deseado. Si la casilla F4 – destacada en fondo de color rosa – queda en blanco, el resultado es correcto y el programa habrá localizado el concatenado exacto de siglas correctamente. Si devuelve el texto “Falso”, es que no existen las siglas deseadas o no estan bien ordenadas y por tanto, tampoco se presentará correctamente la imagen.

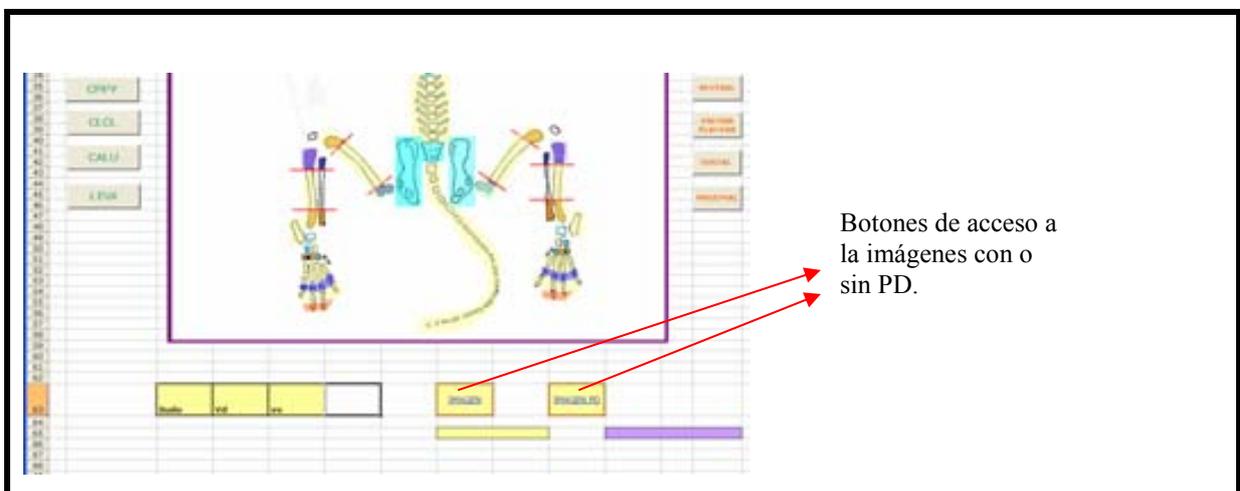


**Figura 28:** Enlaces de las fórmulas de búsqueda



**Figura 29:** Casillas de comprobación

Todas estas funciones, enlazan con las fórmulas que contienen los botones "Imagen" y "Imagen PD" de la segunda hoja del documento de Excel:



**Figura 30:** Botones de acceso a las imágenes

De una forma resumida, le ordenamos al programa que:

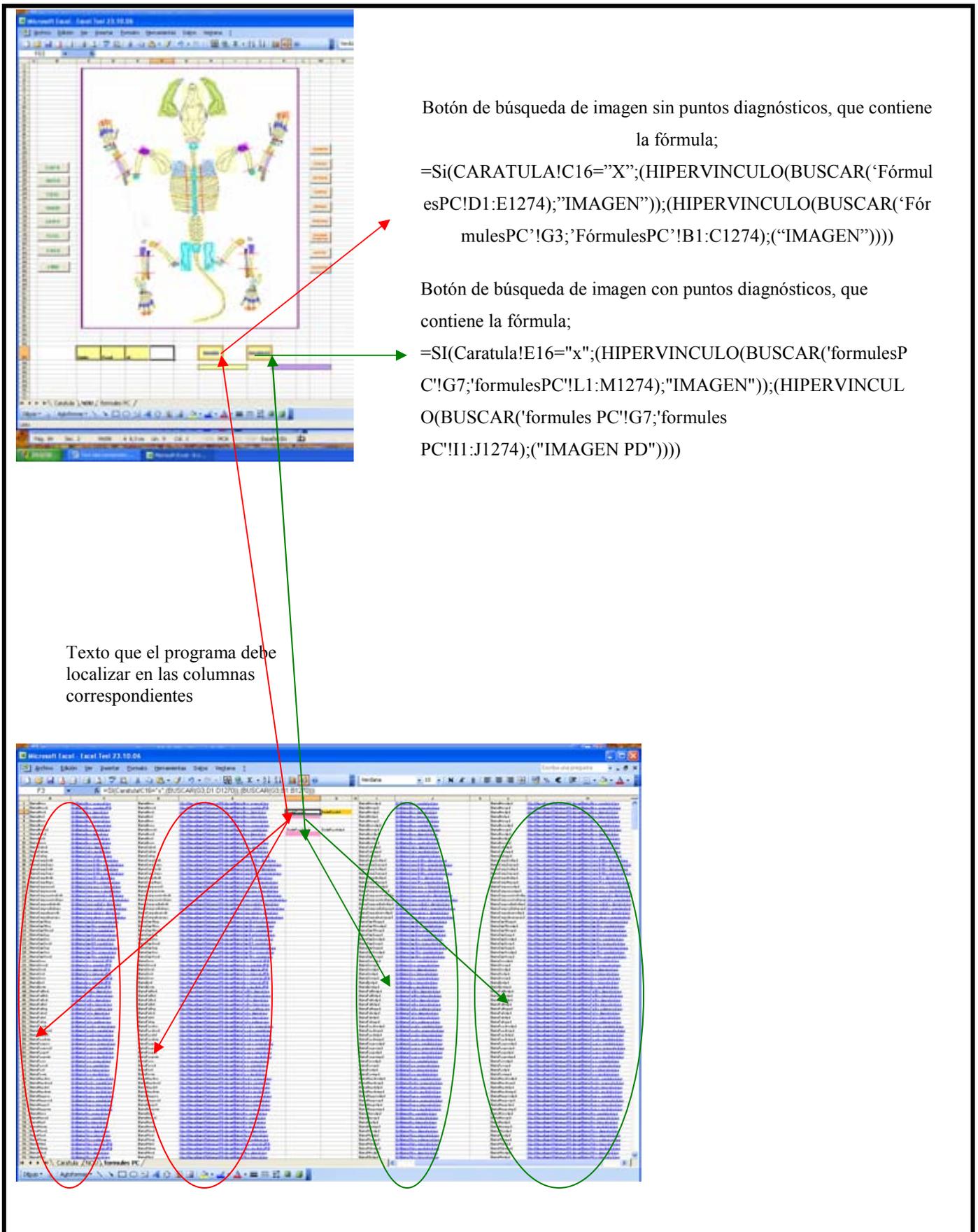
1. Busque el resultado de la elección del usuario/a en el rango de las columnas correspondientes (de MAC o PC y de imagen simple o con puntos diagnósticos) a las siglas de todas las imágenes.
2. Abra el hipervínculo que corresponde **exactamente a la celda de la derecha** del resultado de la búsqueda anterior.
3. Si existe la imagen (si la función de BUSCAR da un resultado positivo), el programa debe mostrar esa imagen y mantenerla abierta. Si no existe la imagen, debe devolver sobre el botón la frase “No existe esta imagen”.

La fórmula aplicada sobre el botón de búsqueda de imágenes sin puntos diagnósticos es:

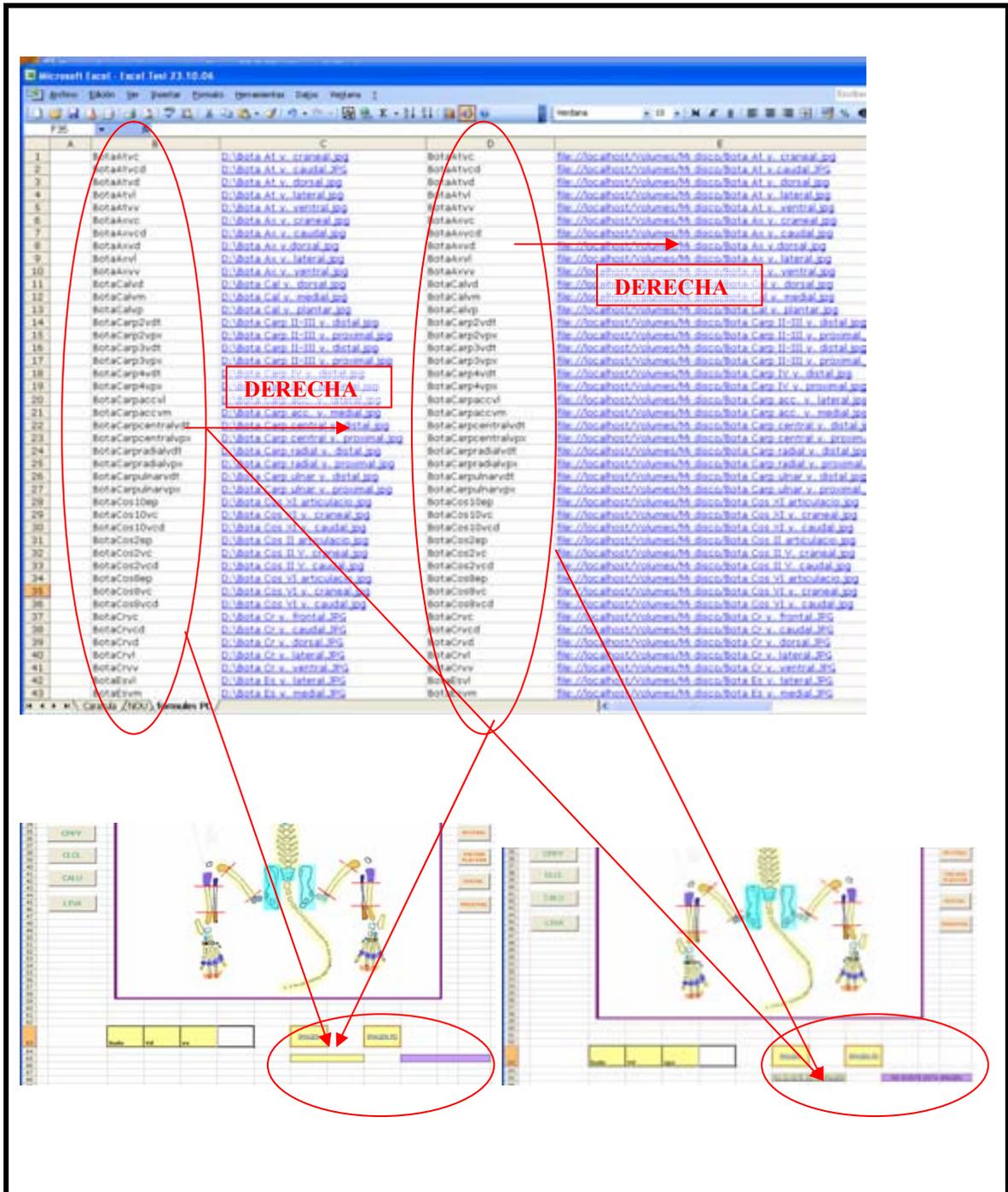
```
=SI(CARATULA!C16="X";(HIPERVINCULO(BUSCAR('FórmulasPC'!D1:E1274);'IMAGEN')));(HIPERVINCULO(BUSCAR('FórmulasPC'!G3;'FórmulasPC'!B1:C1274);('IMAGEN')))).
```

La misma fórmula se aplica al botón “Imagen P.D.”, cambiando las celdas correspondientes:

```
=SI(Caratula!E16="x";(HIPERVINCULO(BUSCAR('formulasPC'!G7;'formulasPC'!L1:M1274);"IMAGEN")));(HIPERVINCULO(BUSCAR('formulasPC'!G7;'formulasPC'!I1:J1274);("IMAGEN PD")))).
```



**Figura 31:** Relación de la búsqueda de las imágenes a partir de las fórmulas que contienen los botones.



**Figura 32:** Cada sigla corresponde a la imagen de la ruta indicada en la celda situada inmediatamente a su derecha. Activando los botones, el programa ejecutará el orden de apertura de esa ruta concreta. Si no existe la imagen, aparecerá un aviso en la celda situada bajo el botón correspondiente. El mismo esquema se repite en el caso de la búsqueda de imágenes con puntos diagnósticos.

La utilización de la función para aplicar fórmulas en el programa Excel, es, aparentemente, un proceso sencillo, pero requiere cierta práctica: un espacio añadido o olvidado, el carácter ; (punto y coma) o el “ (comillas), así como la variación en el rango de búsqueda, pueden alterar el resultado de la fórmula, o directamente, mostrar el mensaje #REF#, lo cual indica que existe un error en el desarrollo de la programación. Una alternativa muy funcional es activar la ayuda de Microsoft, así como la búsqueda de los antecedentes en la fórmula.

También resulta muy útil comprobar el funcionamiento del atlas a medida que se van aplicando las fórmulas: la inclusión o el retoque de una nueva imagen implica el volver a ordenar alfabéticamente la columna correspondiente. Este “olvido” puede generar errores muy difíciles de detectar más tarde (por la aplicación de las fórmulas de búsqueda y referencia)

## 10.2 Manual de instrucciones

El funcionamiento del programa es muy simple, ya que se trata de un documento de Excel, programa sumamente conocido y utilizado en muchos aspectos de la vida cotidiana.

Además, como ya hemos visto, posibilita la utilización del atlas tanto en el sistema Macintosh como en Windows, ya que, solo es necesario indicar previamente el sistema deseado debido a que las rutas de acceso a la base de datos de imágenes -hipervínculos- difieren entre los dos sistemas.

Para ofrecer una utilización ágil y rápida del atlas, se han creado únicamente tres hojas en este documento de Excel, aunque se puede el simple usuario disponga solo del acceso a dos de las tres hojas: a la primera hoja, para seleccionar el sistema en el que desea consultar (Mac o PC) y a la segunda hoja, para disponer de las imágenes de consulta.

El acceso a la tercera hoja del atlas, puede estar restringido por contraseña, para evitar posibles manipulaciones en el programa. De esta forma, se establece un administrador, conocedor/a de la contraseña para la actualización de los datos.

Tal como lo planteamos en un primer momento, el sistema está diseñado para funcionar a partir de un CD y en las dos plataformas. Esto es lo que en realidad condiciona las dificultades de formulación en las cuatro columnas expuestas arriba. El procedimiento de la utilización del atlas osteológico usando el CD requiere dos pasos previos:

-1. Insertar el CD de la base de datos de imágenes en el ordenador.

Este CD es ambivalente para Windows o Macintosh, ya que sólo contiene archivos de imágenes en formato JPG, indicados para las dos plataformas.

-2. Carga de la hoja de cálculo en el disco duro del ordenador. Inicialmente, la hoja de cálculo elaborada en formato de Excel, se copia del CD al escritorio del ordenador, ya sea en sistema Windows o Macintosh.

-3. Abrir el documento de Excel copiado.

Con la hoja de cálculo de Excel copiada en el disco duro correspondiente, se abre el programa, **habilitando las funciones macro**. Si no se habilitan estas funciones, no funcionará el atlas, ya que las funciones macro son las que permiten generar las órdenes que contiene el programa de funcionamiento de los botones.

-4. Seleccionar el sistema de trabajo

La primera hoja activa del documento permite escoger el sistema en el que se desea utilizar el atlas: PC o MAC. Es imprescindible que el usuario/a marque el sistema con una “X”, tal y como se detalla en esta primera hoja si desea efectuar las consultas con un ordenador en sistema Macintosh.

Esta selección es básica para un buen funcionamiento del programa, ya que tal y como se ha detallado anteriormente, las rutas de apertura de imágenes son muy distintas según el tipo de sistema utilizado. A partir del CD introducido, los sistemas en un ordenador PC generan la ruta:

D:\Bota At v. lateral.jpg

ya que, por defecto, el CD recibe la dirección “D:\” en los sistemas Windows

o en un ordenador Macintosh la ruta:

file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota Ax v. caudal.jpg

porque en el sistema MAC la ruta de acceso un CD se define por ‘file://localhost/Volumes/Mi disco’ (“Mi disco” es el nombre que se genera por defecto al grabar un CD).

De esta forma ya se habrá indicado al programa las columnas donde debe ejercer la búsqueda de imágenes que se deseen consultar.

-5. Acceder a la segunda hoja del documento

Una vez se ha accedido a la segunda hoja activa del documento Excel, el usuario/a, según la necesidad de consulta, situará el cursor clicando sobre la zona del esqueleto deseada, eligiendo el hueso o la parte del hueso. Se accede a la vista y la especie desde los botones situados a ambos lados del dibujo del esqueleto.

No es necesario seguir una secuencia concreta para la elección de especie, cara y hueso. El programa genera las siglas correspondientes mediante funciones macro, siempre en una de las casillas determinadas. La concatenación de estas siglas corresponde siempre a una imagen concreta y única.

La ventaja de este sistema es que pueden mantenerse abiertas varias imágenes a la vez. Dependiendo del programa establecido para apertura de imágenes en el ordenador que se utilice, el usuario/a podrá visualizar la imagen por medio del visor de imágenes JPG predefinido en su ordenador personal o a través de cualquier programa de tratamiento de imágenes (Photoshop, por ejemplo).

En el caso de desear abrir las imágenes a través de un programa concreto, el usuario/a deberá indicarlo en la configuración de su ordenador.

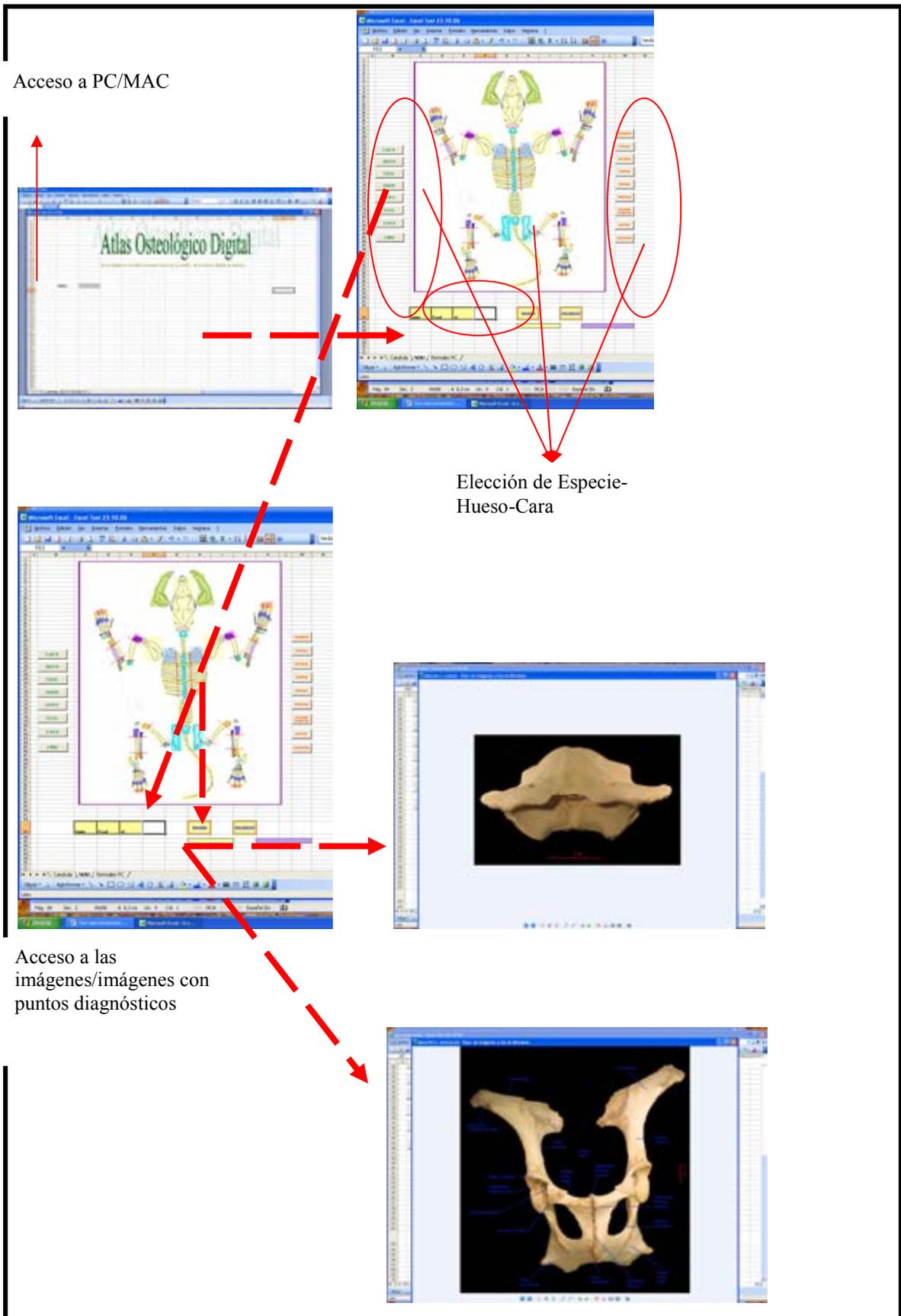
En principio, no existe una limitación de imágenes abiertas. Dependerá de la voluntad y la comodidad de trabajo del usuario/a y de las prestaciones del ordenador que se utilice.

En caso de querer acceder a las imágenes con puntos diagnósticos, se activara la casilla marcada con las siglas “p.d.”. Estas imágenes pueden mantenerse abiertas conjuntamente con las que sólo muestran un hueso concreto, es decir, podemos observar a la vez la imagen del hueso deseado con la misma con puntos diagnósticos definidos.

Esta alternativa facilita enormemente el proceso de diferenciación taxonómica de la fauna arqueológica.

Tal y como hemos indicado, sólo los usuarios/as autorizados podrán acceder a la tercera hoja del documento. En esta hoja se localizan todas las fórmulas que el programa utiliza. Cualquier pequeño cambio o modificación, aunque de forma involuntaria, alteraría todo el funcionamiento del atlas.

En el siguiente esquema, describimos por medio de imágenes, las secuencias indicadas.



**Figura 33:** Esquema del funcionamiento del Atlas Osteológico Digital

Añadimos en este apartado algunos consejos útiles para la utilización de este atlas:

- Este trabajo se ha elaborado como soporte a la determinación taxonómica de la fauna arqueológica. Por tanto, se requiere una cierta práctica en este campo. NO se trata de un programa para empezar a reconocer y clasificar la fauna arqueológica. Pensamos que una primera práctica elemental con los restos faunísticos directamente es insustituible. Tener una idea de las proporciones de los diferentes esqueletos y de las formas de los distintos elementos es algo que se aprende de forma más fácil manipulando directa y físicamente el material osteológico. El programa está pensado básicamente como elemento de apoyo para el reconocimiento y la clasificación en el caso de no poder disponer de una colección directamente o de no tener ciertos elementos disponibles en dicha colección.
- Es imprescindible indicar en la casilla correspondiente la utilización del sistema Macintosh.
- También es necesario activar las funciones macro del programa Excel.
- Si aparece la etiqueta “No existe esta imagen”, el arqueólogo/a deberá conocer si ha escogido una vista correcta: el atlas ofrece todas las posibilidades de etiquetas (botones) de vistas de un determinado hueso, basándose en la *Nomina Anatomica Veterinaria*.<sup>12</sup>
- Cualquier cambio en las fórmulas, en el orden inicial o en la modificación de una sola celda de la hoja de cálculo, puede inutilizar el funcionamiento del programa, por lo que es aconsejable restringir el acceso a esta hoja mediante una contraseña a usuarios con conocimiento de cómo funciona el sistema de fórmulas descrito.

---

<sup>12</sup> Ver nota al pie de página número 2

- Hemos concebido la base de datos de imágenes para funcionar a partir de un solo CD, lo cual nos ha obligado a disminuir el tamaño de las imágenes que componen el atlas. Para incluir las imágenes originales en el disco duro de un ordenador – mucho más grandes-, sería necesario cambiar las rutas de acceso – hipervínculos- tanto para PC como para MAC.
- Disponemos de una base de datos con las imágenes tratadas y con los puntos diagnósticos añadidos en el tamaño original. En el caso de querer utilizar estas imágenes desde un soporte externo, deberían grabarse en un DVD<sup>(13)</sup>

---

<sup>13</sup> El rápido desarrollo del hardware ha generalizado hoy día los “pendrive” de gran capacidad y ha abaratado los discos duros externos, por lo que todo este proceso puede simplificarse y utilizarse imágenes de mayor calidad, como explicaremos en el capítulo correspondiente de actualización.

### 10.3 El acceso restringido: administración del programa

El acceso a la tercera hoja del programa está restringido por contraseña debido a que cualquier pequeña modificación alteraría o incluso, detendría, el funcionamiento del programa.

Ya que uno de los objetivos de este trabajo es posibilitar su utilización por parte de cualquier persona y a la vez, su actualización y la inclusión de nuevos ejemplares, de nuevas especies, o incluso, abrir la posibilidad de incluir otras vías de investigación – tafonomía, desgastes dentarios, crecimiento y desarrollo de los huesos – y, finalmente, aplicar este tipo de modelo de programa a otros ámbitos de la investigación arqueológica, - cerámica, restos líticos, pólenes, estructuras, etc.- creemos que es muy importante conocer exhaustivamente el montaje de esta tercera hoja del documento de Excel.

Tal y como se detalla en el capítulo 9 de este trabajo, esta hoja del documento contiene una serie de fórmulas que indican al programa la ruta a la imagen que el usuario quiere consultar. A la vez, también existen fórmulas de concatenación y otras de comprobación del resultado de la selección de la imagen deseada. Éstas últimas deberían reservarse, en exclusiva, para el/la administrador del programa: cualquier alteración puede comprobarse fácilmente a través de estas fórmulas.

Por tanto, el/la administrador deberá conocer de antemano la formulación que utiliza el programa Excel. Aunque no se trata de una tarea difícil, requiere cierta práctica, sobre todo por lo que se refiere a la utilización de símbolos (paréntesis, doble o triple paréntesis, signo de igual, punto y coma, etc.). Es muy útil activar el ayudante de office en este caso, así como el rastreo de errores que ofrece la aplicación.

Remarcamos algunos puntos a tener en cuenta para el/la administrador:

- Siempre se seguirá el mismo orden de siglas para identificar una imagen. En este trabajo, se han definido los archivos de imágenes con siglas la especie, el hueso y la cara, en este orden. De esta forma se comprueba que a cada imagen le corresponde un solo concatenado de siglas y que cada imagen es única y no existen duplicados.

- Cada columna en la que se listan los elementos fotografiados de esta página mantiene un orden alfabético ascendente. Es importante actualizar cuando se produce una modificación –con la función correspondiente del programa- el orden en estas columnas. La inclusión manual de una nueva imagen, es decir, de un nuevo grupo de siglas sin ordenar, provocaría que el programa buscase el grupo de siglas más similar a las deseadas y abriese la imagen equivocada.
- Si se añaden nuevos ejemplares, se ocuparan nuevas casillas, ya sean de filas o de columnas. Esto requiere, además de ordenar las columnas, ampliar a la vez el rango de las fórmulas. Concretamente el número 1427 de la casilla de la hoja deberá cambiarse al nuevo número de filas de la hoja.
- Todas las columnas están duplicadas para posibilitar la apertura del programa en las dos plataformas mayoritarias existentes en la actualidad. Por tanto, también se duplicaran los nuevos grupos de siglas en todas las columnas.
- En este momento, hemos resuelto el trabajo con las aplicaciones mencionadas y detalladas. Si más adelante se generan nuevas alternativas informáticas que presenten ventajas respecto al programa utilizado, se puede extraer fácilmente la información vinculada en el atlas, ya que la base de datos de imágenes forma un conjunto diferenciado del resto del trabajo.
- Además de poder ampliar en especies este trabajo, también existe la posibilidad de vincularlo a otros trabajos realizados –o pendientes – manteniendo el mismo formato.

## 11. Atlas Osteológico Digital, segunda versión

Incluso una vez acabado nuestro trabajo, continuamos insistiendo en la búsqueda de la simplificación para la tercera hoja del atlas, de manera que las órdenes indicadas al programa pudieran desarrollarse en las dos plataformas más utilizadas: Mac y PC al mismo tiempo, sin necesidad de duplicar toda la formulación.

Aunque no era tarea fácil – como ya habíamos comprobado a lo largo de nuestro trabajo- la tecnología nos permitió un nuevo intento. La aparición de los *pen drives* de gran capacidad, con sistema *plug and play*, simplificó enormemente la presentación del atlas.

En primer lugar, permiten trabajar desde un dispositivo externo, es decir, establecer los enlaces de las fórmulas a las imágenes contenidas *dentro del mismo pen drive*, independientemente del ordenador que estemos utilizando sin necesidad de transportar o usar CD y pudiendo consecuentemente usarlo en maquinaria sin lector de CDs.

En segundo lugar, el vínculo se establece con la misma sintaxis válida tanto para Macintosh como para Windows.

Hasta este momento habíamos utilizado un *pen drive* de sólo 512 MB, por lo cual era inviable poder introducir toda nuestra base de datos junto con el documento Excel en un mismo *pen drive*.

Con el aumento de la capacidad de estos dispositivos, comprobamos que podíamos ofrecer un cambio de soporte, del CD al *pen drive*.

Utilizando dos modelos de *pen drive* ambivalentes para Mac y PC – el fabricante lo indica en el producto – uno de 4 GB y posteriormente otro de 8 GB, para trabajar más cómodamente, verificamos el buen funcionamiento del Atlas en las dos plataformas.

La condición es que sólo se incluyan en el *pen drive* los archivos de imágenes y el del documento Excel en el mismo nivel de jerarquía. Si la información se ordena en el *pen drive* dentro de una carpeta concreta de archivos, los enlaces de hipervínculo creados no la localizaran.

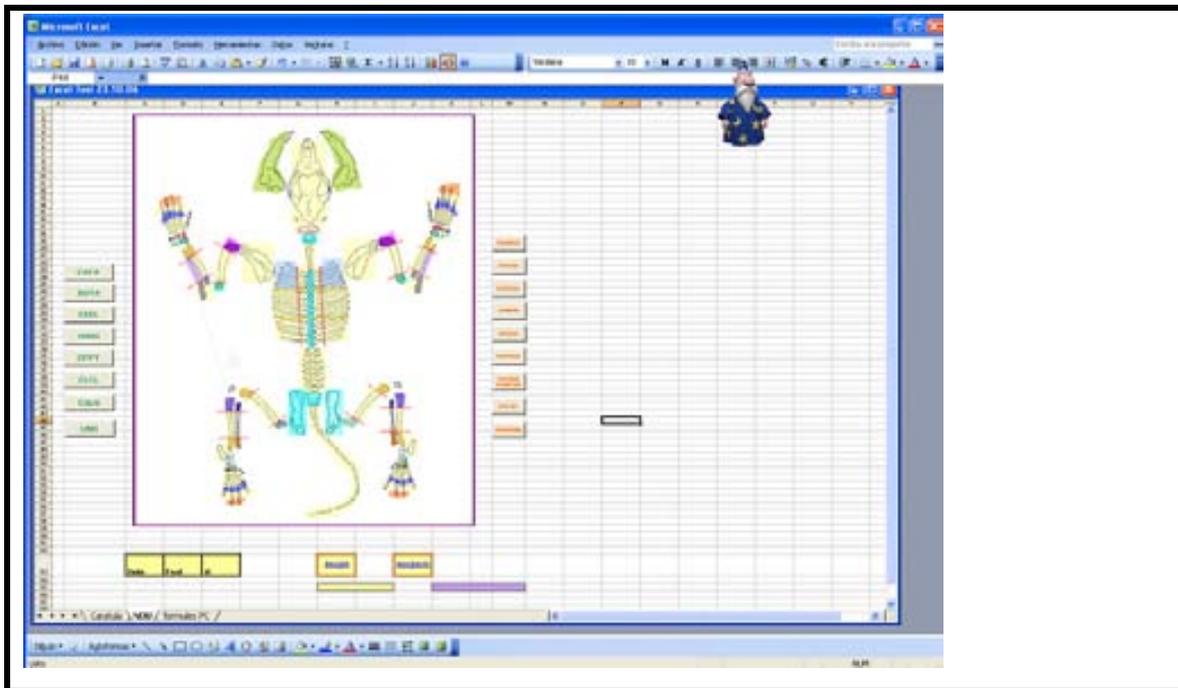
El documento de Excel, podrá estar localizado dentro del mismo *pen drive* o en el disco duro del ordenador personal.

El mercado ofrece cada vez dispositivos de mayor capacidad, que permitirían ampliar este trabajo añadiendo las imágenes de nuevas especies no incluidas en este atlas.

Para el arqueólogo/a usuario/a de este atlas, el funcionamiento será muy parecido al que hemos ido desarrollando en nuestro trabajo. La diferencia radica en que no habrá de escoger la plataforma informática, es decir, la primera página del documento de Excel no será necesaria.

Por tanto, el documento de Excel, se limita ahora a dos hojas activas:

La primera hoja (que hemos denominado “NOU”) corresponde a la segunda hoja de la primera versión, con el mismo funcionamiento descrito anteriormente.



**Figura 34:** Primera hoja del formato del Atlas Osteológico Digital utilizando un *pen drive* para almacenar la base de datos de imágenes. Se ha eliminado la primera hoja original.

Los cambios más significativos se encuentran en la siguiente hoja activa del programa Excel: la utilización del *pen drive* ha posibilitado establecer un solo vínculo para cada imagen, válido para los dos sistemas. El hipervínculo se define automáticamente de forma adecuada para las dos plataformas. En la casilla del hipervínculo, sólo aparecerá la frase concatenada por las siglas de la especie, la parte anatómica y la cara: por

ejemplo “Bota Cr v. lateral.jpg”. Aunque en realidad el programa internamente sigue buscando la misma ruta definida anteriormente: E:\Bota Cr v. lateral.jpg si se trata de un PC o bien: ‘file://localhost/Volumes/nombre del pendrive/Bota Cr v. lateral.jpg’ si se trata de un MAC este proceso es interno y no es transparente para el usuario/a . De esta forma, se reduce la búsqueda a dos columnas: imágenes sin puntos diagnósticos e imágenes con puntos diagnósticos.

Esta nueva alternativa facilita enormemente la tarea del administrador/a del programa: el establecimiento de los hipervínculos es un trabajo muy repetitivo, pero que requiere mucha atención para evitar errores: un hipervínculo a la imagen incorrecta es de difícil detección, ya que este trabajo contiene más de 4.000 enlaces vinculados.

El esquema del resultado de este cambio, puede representarse en la siguiente figura:

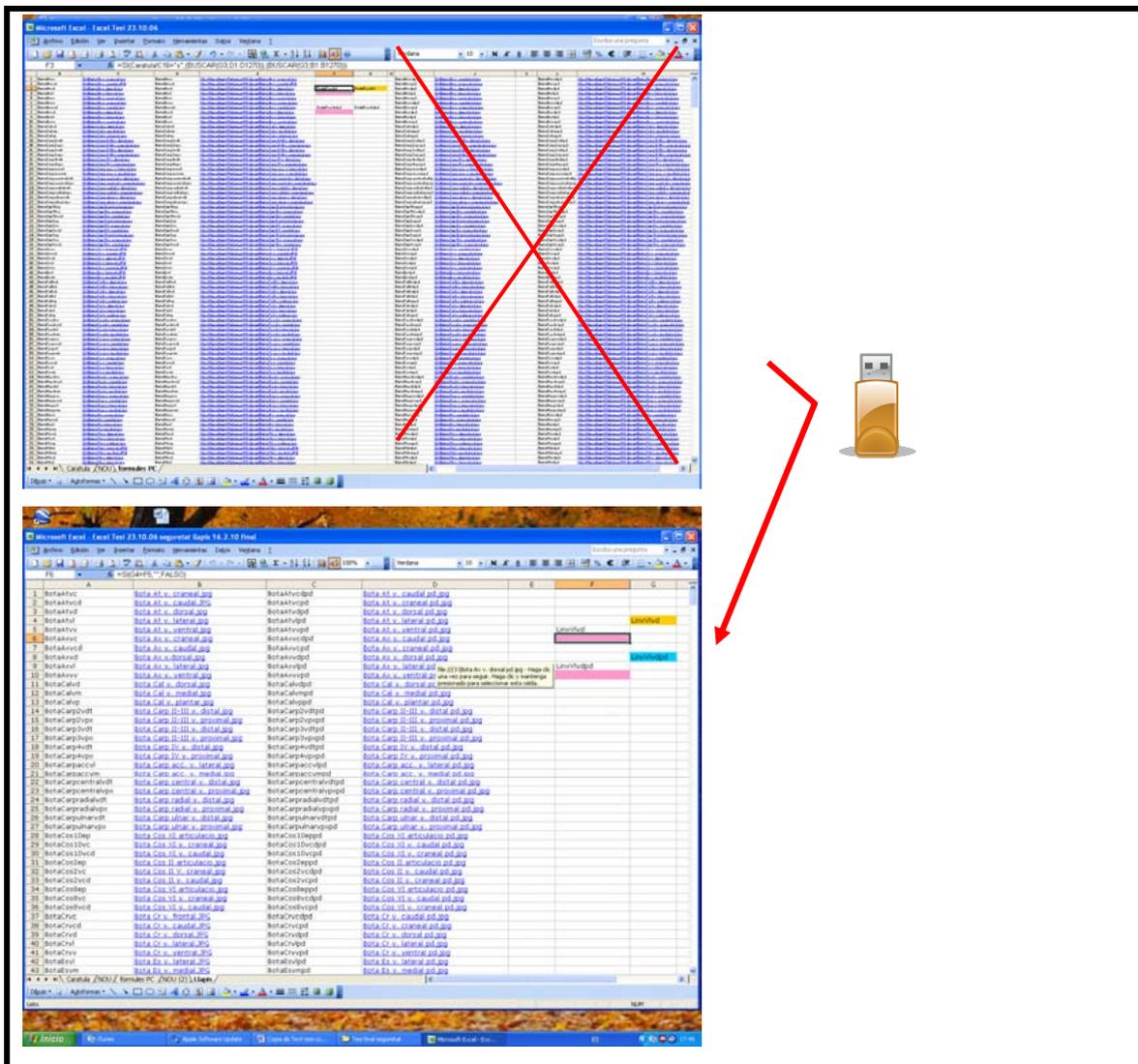


Figura 35: Reducción de la búsqueda de imágenes a dos columnas

El resultado son dos columnas con las siglas concatenadas provenientes de la selección del arqueólogo/a, una vinculada a las imágenes sin puntos diagnósticos y una cuarta vinculada a las imágenes con puntos diagnósticos.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with columns A, B, C, and D containing concatenated codes. Column E contains a formula, highlighted by a red circle. Red arrows point from the spreadsheet to the following text labels:

- Siglas correspondientes a la selección del usuario/a
- Dirección de búsqueda de las imágenes **sin** puntos diagnósticos
- Dirección de búsqueda de las imágenes **con** puntos diagnósticos
- Localización de las fórmulas de comprobación de la búsqueda

**Figura 36:** Esquema de la hoja activa de Excel, que hemos llamado “llapis”, para la búsqueda de imágenes a través de un dispositivo externo (*pen drive*).

BotaAtvc [Bota At v. craneal.jpg](#)  
 BotaAtvcd [Bota At v. caudal.JPG](#)  
 BotaAtvd [Bota At v. dorsal.jpg](#)  
 BotaAtvl [Bota At v. lateral.jpg](#)  
 BotaAtvv [Bota At v. ventral.jpg](#)  
 BotaAxvc [Bota Ax v. craneal.jpg](#)  
 BotaAxvcd [Bota Ax v. caudal.jpg](#)  
 BotaAxvd [Bota Ax v.dorsal.jpg](#)  
 BotaAxvl [Bota Ax v. lateral.jpg](#)  
 BotaAxvv [Bota Ax v. ventral.jpg](#)  
 BotaCalvd [Bota Cal v. dorsal.jpg](#)  
 BotaCalvm [Bota Cal v. medial.jpg](#)  
 BotaCalvp [Bota Cal v. plantar.jpg](#)

Dirección de búsqueda de las imágenes **sin** puntos diagnósticos, para MAC y PC

BotaAtvcdpd [Bota At v. caudal pd.jpg](#)  
 BotaAtvcpd [Bota At v. craneal pd.jpg](#)  
 BotaAtvdpd [Bota At v. dorsal pd.jpg](#)  
 BotaAtvlpd [Bota At v. lateral pd.jpg](#)  
 BotaAtvvpd [Bota At v. ventral pd.jpg](#)  
 BotaAxvcdpd [Bota Ax v. caudal pd.jpg](#)  
 BotaAxvcpd [Bota Ax v. craneal pd.jpg](#)  
 BotaAxvdpd [Bota Ax v. dorsal pd.jpg](#)  
 BotaAxvlpd [Bota Ax v. lateral pd.jpg](#)  
 BotaAxvvpd [Bota Ax v. ventral pd.jpg](#)  
 BotaCalvdpd [Bota Cal v. dorsal pd.jpg](#)  
 BotaCalvmpd [Bota Cal v. medial pd.jpg](#)  
 BotaCalvppd [Bota Cal v. plantar pd.jpg](#)

Dirección de búsqueda de las imágenes **con** puntos diagnósticos para MAC y PC

**SISTEMA WINDOWS**

BotaAtvl [D:\Bota At v. lateral.jpg](#)  
 BotaAtvv [D:\Bota At v. ventral.jpg](#)  
 BotaAxvc [D:\Bota Ax v. craneal.jpg](#)  
 BotaAxvcd [D:\Bota Ax v. caudal.jpg](#)

**SISTEMA MACINTOSH**

BotaAtvl [file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota At v. lateral.jpg](#)  
 BotaAtvv [file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota At v. ventral.jpg](#)  
 BotaAxvc [file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota Ax v. craneal.jpg](#)  
 BotaAxvcd [file://localhost/Volumes/Mi disco/Bota Ax v. caudal.jpg](#)

**Figura 37:** Detalle del lenguaje de los hipervínculos generados automáticamente desde el dispositivo *pen drive* (arriba) y para cada plataforma. En el sistema PC por defecto denomina E:\ al pendrive mientras que en MAC lo denomina: file://localhost/Volumes/nombre del pen dirve.

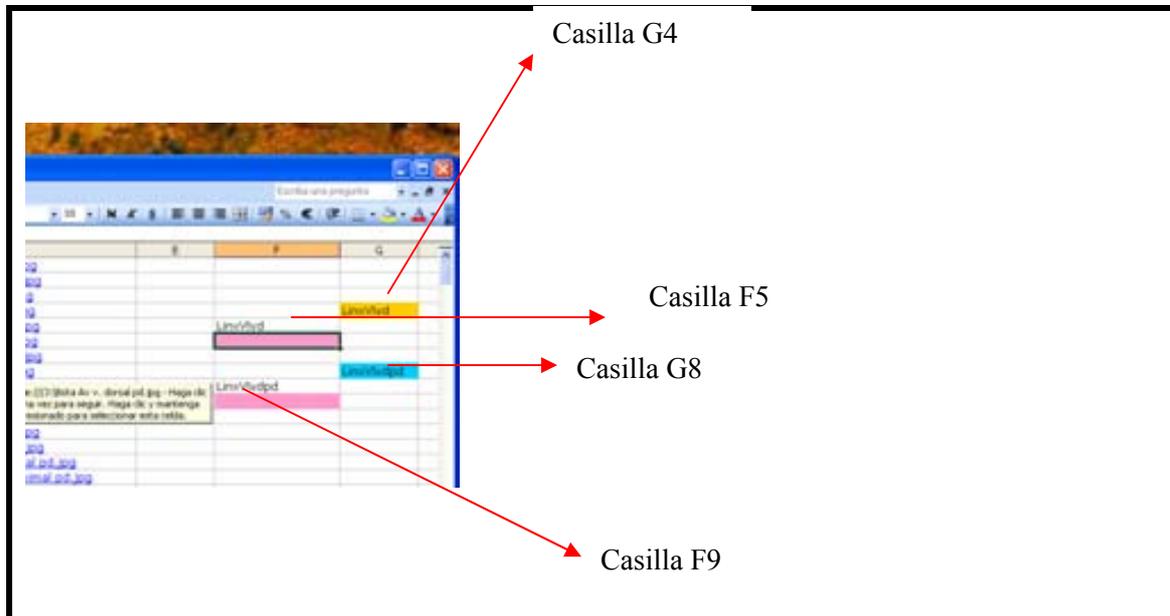
Evidentemente, este cambio también ha implicado el ajuste de las fórmulas de búsqueda. En el capítulo 8 de este trabajo, hemos detallado las fórmulas utilizadas. En este caso, solo se han modificado las fórmulas localizadas sobre los botones de acceso a las imágenes (comparar con la figura número 30).

Manteniendo el mismo criterio que para el anterior formato, hemos cambiado la antigua tercera hoja por una hoja del documento de Excel a la que hemos llamado “llapis”, donde la fórmula aplicada sobre el botón de acceso a las imágenes sin puntos diagnósticos ahora es:

```
=SI(Llapis!G4=Llapis!F5;(HIPERVINCULO(BUSCAR(Llapis!G4;Llapis!A1:B1274);("IMAGEN"))));"").
```

Para el botón de acceso a las imágenes con puntos diagnósticos es:

```
=SI(Llapis!G8=Llapis!F9;HIPERVINCULO(BUSCAR(Llapis!G8;Llapis!C1:D1274);("IMAGEN")));"").
```



**Figura 38:** Detalle de las celdas implicadas en las fórmulas de la hoja activa “llapis”.

Como se puede observar, las fórmulas aplicadas son prácticamente las mismas que para la versión anterior, en la utilizábamos un CD como soporte de almacenaje de la base de datos de imágenes. Pero nuestra intención, después de simplificar esta parte del trabajo, también era la de simplificar las fórmulas utilizadas.

La utilización de fórmulas más simples, requiere la inclusión de menos símbolos (paréntesis, punto y coma, comillas, etc.), por lo cual también evita errores de este tipo.

Nuevamente, utilizaremos la fórmula “**CONCATENAR**” y “**SI**”, pero además incluimos las fórmulas “**BUSCARV**”<sup>14</sup> y “**ESNOD**”<sup>15</sup>.

El proceso se inicia como antes con la selección de las imágenes (especie, hueso y cara) en la hoja “NOU”. Los valores gracias a las macros actuadas por los botones del esqueleto quedan recogidos en las casillas C63, D63 y E63. Estos valores se concatenan en la hoja “Ilapis” que contiene las fórmulas y las columnas con las siglas y con las direcciones de las imágenes mediante la fórmula:

=CONCATENAR('NOU (2)!'C63;'NOU (2)!'D63;NOU (2)!'E63).

El resultado de esta fórmula se revierte en la casilla G4 de esta hoja (NOU) de Excel. Por tanto, el programa deberá efectuar la búsqueda de esas siglas (G4) en el rango de las columnas definido desde la casilla A1 -donde están las siglas – hasta la B1274 – donde están las direcciones de las imágenes y devolver la dirección de la imagen correspondiente a las siglas de concatenación.

Las siglas generadas en la casilla G4, deben coincidir exactamente con el contenido de alguna de las casillas de la columna A, pero el valor devuelto (la dirección del hipervínculo), debe corresponder al texto correspondiente de la columna B.

Para verificar que la hoja funciona correctamente (que esta bien ordenada y que no falta algún valor posible) hemos insertado la función BUSCARV<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> **BUSCARV**: Busca un valor en la primera columna de la izquierda de una tabla y luego devuelve un valor en la misma fila desde una columna especificada. De forma previa, la tabla debe haber sido ordenada de forma ascendente.

<sup>15</sup> **ESNOD**: Comprueba si un valor de error es # N/A (valor no aplicable) y devuelve **VERDADERO** o **FALSO**.

<sup>16</sup> Desde la opción “insertar función”, el programa puede indicar, paso a paso, el desarrollo de las fórmulas por lo que aconsejamos activar el ayudante de Office.

La fórmula utilizada es:

=BUSCARV(G4;A1:B1274;2;FALSO).

Esta hace que se busque G4 en las casillas A1 a A1274 el requisito, a saber la coincidencia exacta, lo que se indica en la fórmula con la palabra “FALSO” (si se utilizara la palabra “verdadero”, la fórmula devolvería la coincidencia más cercana, es decir más similar, a las siglas concatenadas). Si el resultado no contiene error la fórmula devuelve el valor correspondiente a esa misma fila en la columna indicada por el 2, es decir la correspondiente a la matriz B1 a B1274 (y que corresponden a las siglas de la imagen buscada) y por tanto a la dirección del hipervínculo.

Si bien esta fórmula sería suficiente para el funcionamiento del altas, incluiremos dos casillas de verificación para un resultado óptimo y para verificar que las columnas están ordenadas convenientemente o para indicar que se esta pidiendo un hueso o vista inexistente.

Aplicaremos la misma fórmula en otra casilla – cualquiera (en nuestro caso la hemos colocado en la casilla F5) -para comprobar la existencia exacta de las siglas concatenadas, según la selección del usuario/a:

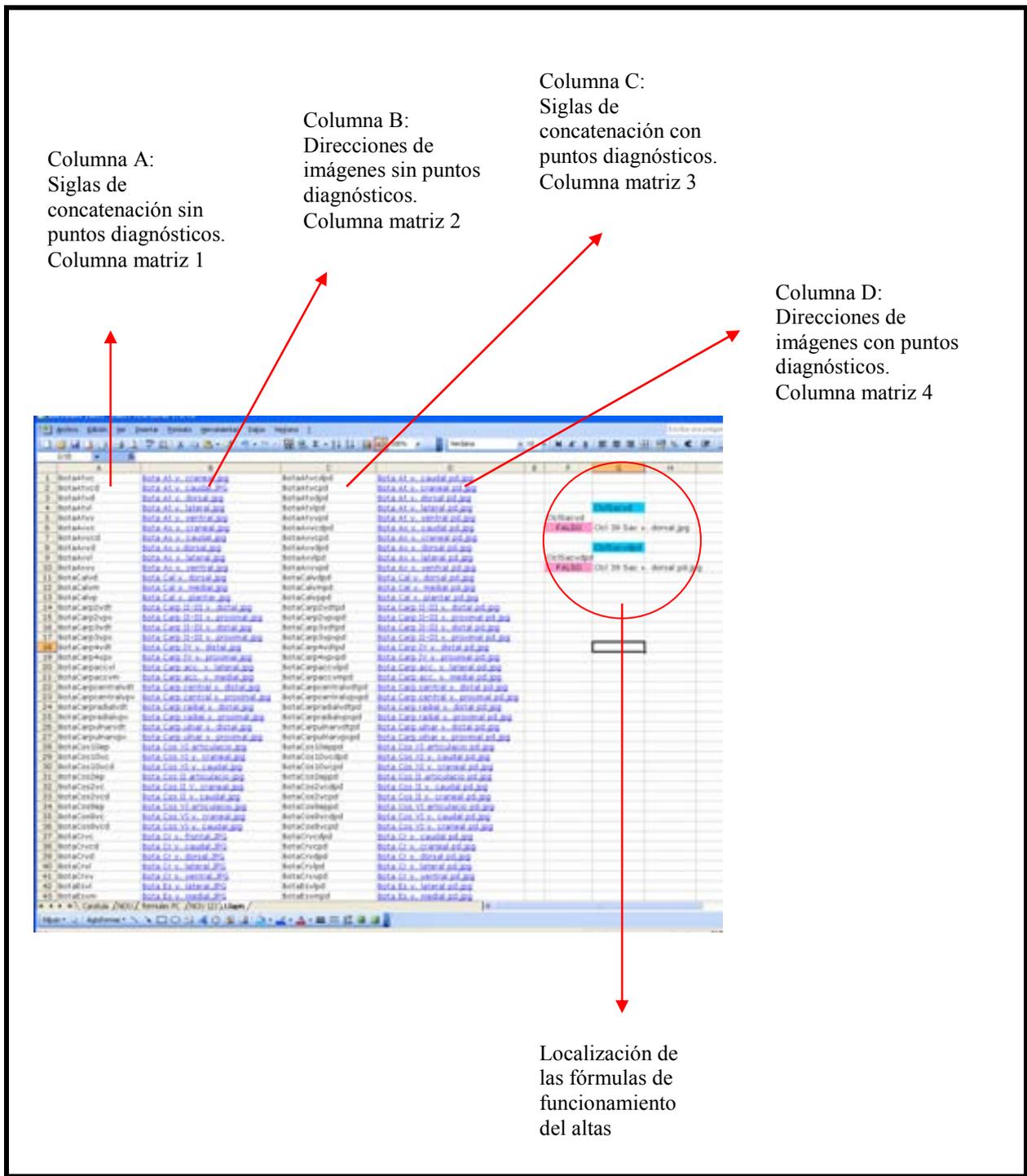
=BUSCARV(G4;A1:A1274;1;FALSO).

Así verificamos que la selección de la especie, hueso y vista (el texto concatenado en G4) existe en la columna A, es decir, en la columna matriz 1.

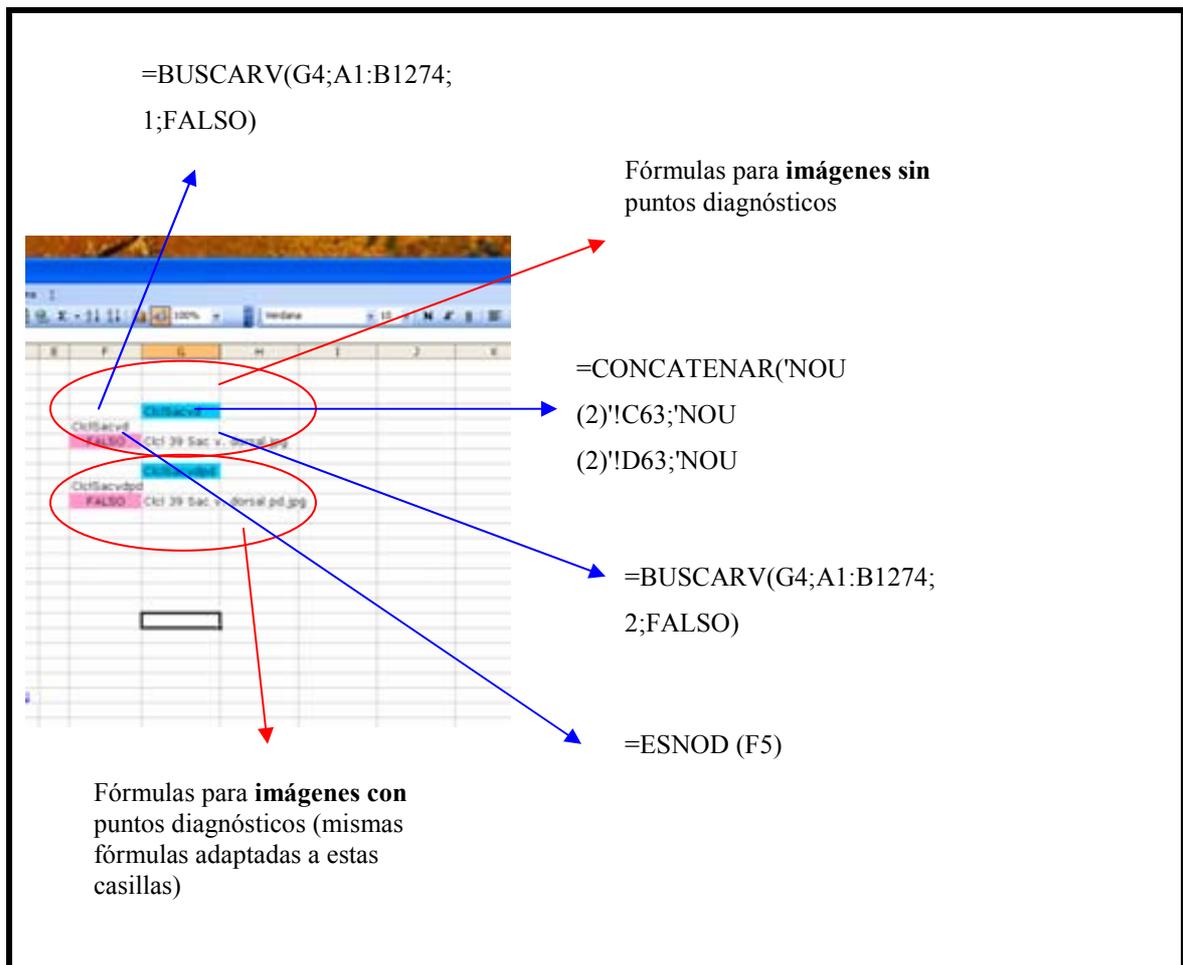
En otra casilla, comprobaremos si esta fórmula ha retornado un valor no aplicable (#N/A). Para ello utilizaremos la fórmula ESNOD, de forma:

=ESNOD (F5).

Esta fórmula devuelve el valor “VERDADERO”, si aparece un valor no aplicable (es decir si las siglas buscadas no estan) y “FALSO” si no aparece este error (es decir si las siglas se han encontrado correctamente. Asi se puede indicar al usuario que existe un problema con su búsqueda.



**Figura 39:** Detalle de las columnas implicadas con las fórmulas de búsqueda simplificadas.



**Figura 40:** Detalle de la localización de las nuevas fórmulas utilizadas.

Para la búsqueda de las imágenes con puntos diagnósticos el proceso es el mismo pero la concatenación se realiza en la casilla G8 y la fórmula de la búsqueda, que debe realizarse en las columnas C y D, está en la casilla F9.

Toda esta nueva versión significa, evidentemente, una gran simplificación del trabajo, pero desde nuestro punto de vista, adquiere un significado mucho más amplio, ya que nos permite acceder con mayor facilidad a nuestros objetivos iniciales: almacenar, transportar, compartir y ampliar la información arqueozoológica de forma más fácil y fiable.

También queda demostrada la versatilidad de nuestro trabajo: la relativa facilidad de adaptación a nuevas alternativas tecnológicas. La base de datos digital y el programa comercial utilizado predisponen a facilitar la adaptación del formato presentado, como hemos demostrado con este cambio de soporte externo y simplificación de las fórmulas utilizadas.

## 12. Atlas Osteológico Digital, tercera versión.

Las sucesivas actualizaciones los programas más utilizados, como el Excel en nuestro caso, pueden comportarnos algún que otro problema de compatibilidad.

La actualización más reciente del programa Excel – versión Office 2008- para Macintosh ha generado un problema totalmente inesperado: el fabricante no ofrece el lenguaje Visual Basic para la grabación de las funciones Macro.

Por tanto, en nuestro caso, las funciones macro utilizadas para generar las siglas que corresponden a cada especie, hueso y cara a partir de los botones colocados sobre la imagen del esqueleto (que dotaban al sistema de una interface elegante) ya no son viables con esta última versión del programa.

El mensaje que aparece en pantalla, lo indica con claridad:



**Figura 41:** Mensaje de aviso en un Macintosh con la versión Office 2008 instalada.

Aunque optemos por la función “abrir”, el programa no reconoce las órdenes dictadas en Visual Basic.

Desde un principio hemos afirmado reiteradamente que nuestro objetivo no es la informática, sino la Arqueología. Es por ello que creemos firmemente que el fabricante optará, sin dudarlo, en resolver este problema, ya que muchísimos trabajos han utilizado y utilizan las funciones Macro, sobretodo en el campo de la economía.<sup>17</sup>

Para disponer de la opción de selección del arqueólogo/a al inicio de este atlas, (especie, hueso y cara) ofrecemos una alternativa provisional.

---

<sup>17</sup> Ver la información y grupos de discusión a través de Internet, por ejemplo desde Google.

Esta alternativa consiste en abandonar la utilización de las funciones macro e introducir en una celda de otra hoja de cálculo de Excel una lista desplegable que anteriormente habremos creado.

Hemos comenzado por generar las listas deseadas, que en nuestro caso son 7, en una hoja nueva de Excel.<sup>18</sup>

**Animales**

Buey  
Cerdo  
Ciervo  
Corzo  
Gamo  
Lince Boreal  
Lobo  
Perro

**Sigla**

Bota  
Sudo  
Ceel  
Cppy  
Dada  
Linx  
Calu  
Cafa

***Lista A***

***Lista B***

**Sigla**

vc  
vcd  
vd  
vdt  
vl  
vm  
vp  
vpx  
vv

**Vista**

vista caudal  
vista craneal  
Vista distal  
vista dorsal  
vista lateral  
Vista medial  
Vista palmar/plantar  
Vista proximal  
vista ventral

***Lista C***

***Lista D***

**Columna1**

Cal  
Cos10

---

<sup>18</sup> Cada lista se define por un nombre. En nuestro caso hemos utilizado las letras del abecedario, para facilitar la introducción de la lista en una casilla. (Ver ayudas de Microsoft Office Online)

**Columna1**

At  
Ax  
Cal  
Carp2  
Carp3  
Carp4  
Carpacc  
Carpcen  
Carprad  
Carpul  
Cos10  
Cos2  
Cos8  
Cr  
Es  
Fal  
Fall  
Falll  
Fe  
Feed  
Feep  
Hu  
Hued  
Huep  
Mc  
Md  
Mt  
Pel  
Ra  
Raed  
Raep  
Sac  
Ta  
Tar1  
Tar2  
Tar3  
Tarcen  
Ti  
Tied  
Tiep  
Ul  
Uled  
Ulep  
Vc  
Vd  
VI  
Vt

***Lista E***

Cos10ep  
Cos2  
Cos2ep  
Cos8  
Cos8ep  
Cr  
Fe  
Feed  
Feep  
Hu  
Hued  
Huep  
Md  
Mc  
Mt  
Carp1  
Carp2  
Carp3  
Carp4  
Carpacc  
Carpcen  
Carprad  
Carpul  
Sac  
Tar1  
Tar2  
Tar3  
Tar4  
Tarcen  
Pel  
Fal  
Fall  
Falll  
Ra  
Raed  
Raep  
Es  
Ta  
Ti  
Tied  
Tiep  
Ul  
Uled  
Ulep  
Vc  
Vcd  
VI  
Vt

***Lista F***

**Hueso**

Atlas

Axis

Calcaneus

Costae 10

Costae 10 ep

Costae 2

Costae 2 ep

Costae 8

Costae 8 ep

Cranium

Femur

Femur ed

Femur ep

Humerus

Humerus ed

Humerus ep

Mandibula

Metacarpus

Metatarsus

Os carpale I (Os trapezium)

Os carpale II (Os Trapezoideum)

Os carpale III (Os Capitanum)

Os carpale IV (Os Hamatum)

Os carpi accessorius

Os carpi intermedium

Os carpi radiale

Os carpi ulnare

Os sacrum

Os tarsale I (Os cuneiforme mediale)

Os tarsale II (Os cuneiforme intermedium)

Os tarsale III (Os cuneiforme laterale)

Os tarsale IV (Os cuboideum)

Os tarsi centrale (Os naviculare)

Pelvis

Phalanx distalis

Phalanx media

Phalanx proximalis

Radius

Radius ed

Radius ep

Scapula

Talus

Tibia

Tibia ed

Tibia ep

Ulna

Ulna ed

Ulna ep

Vertebrae cervicales

Vertebrae coccygeae

Vertebrae lumbales

Vertebrae thoracicae

**Lista G**

Para crear adecuadamente estas listas, debemos seleccionar en esta hoja nueva cada listado con sus alternativas y darle el nombre de la cabecera (seleccionando en el menú “Insertar” la opción “nombre” y “definir”).

Esta operación se ha repetido para cada una de las siete listas.<sup>19</sup>

En la hoja de selección del elemento – esqueleto - hemos eliminado todas las funciones macro de esta hoja activa del atlas. En lugar de ello hemos indicado con una flecha la localización exacta de cada hueso sobre la figura del animal y la sigla correspondiente.

A continuación insertamos los títulos de las opciones (taxón, hueso, vista) sobre las casillas que contendrán las listas desplegables, resaltándolas para facilitar su localización al usuario/a.

En la casilla inmediatamente inferior, a través del menú “Datos”, con la opción “Validación” configuramos el uso de las listas desplegables, (opción “permitir”, opción “lista”) e indicando en la casilla “Origen” el nombre de la lista que anteriormente hemos creado, precedido del signo = (igual).<sup>20</sup>

De esta forma se obtiene una casilla desplegable con los valores de texto de cada alternativa de cada lista, pero que permite escoger esta variabilidad y transferirla a cualquier fórmula.

Esta configuración es básica para poder utilizar el atlas sin funciones macro: si solamente creamos listas desplegables, pero no realizamos la validación de datos, el usuario/a selecciona una de las opciones que ofrece la lista, sin mantener el valor – texto- en una misma casilla. Por tanto, en este caso no podríamos aplicar ninguna fórmula.

Además, la versión de Excel Office 2008 para Macintosh tampoco reconoce el funcionamiento de las listas desplegables creadas en una versión anterior.

---

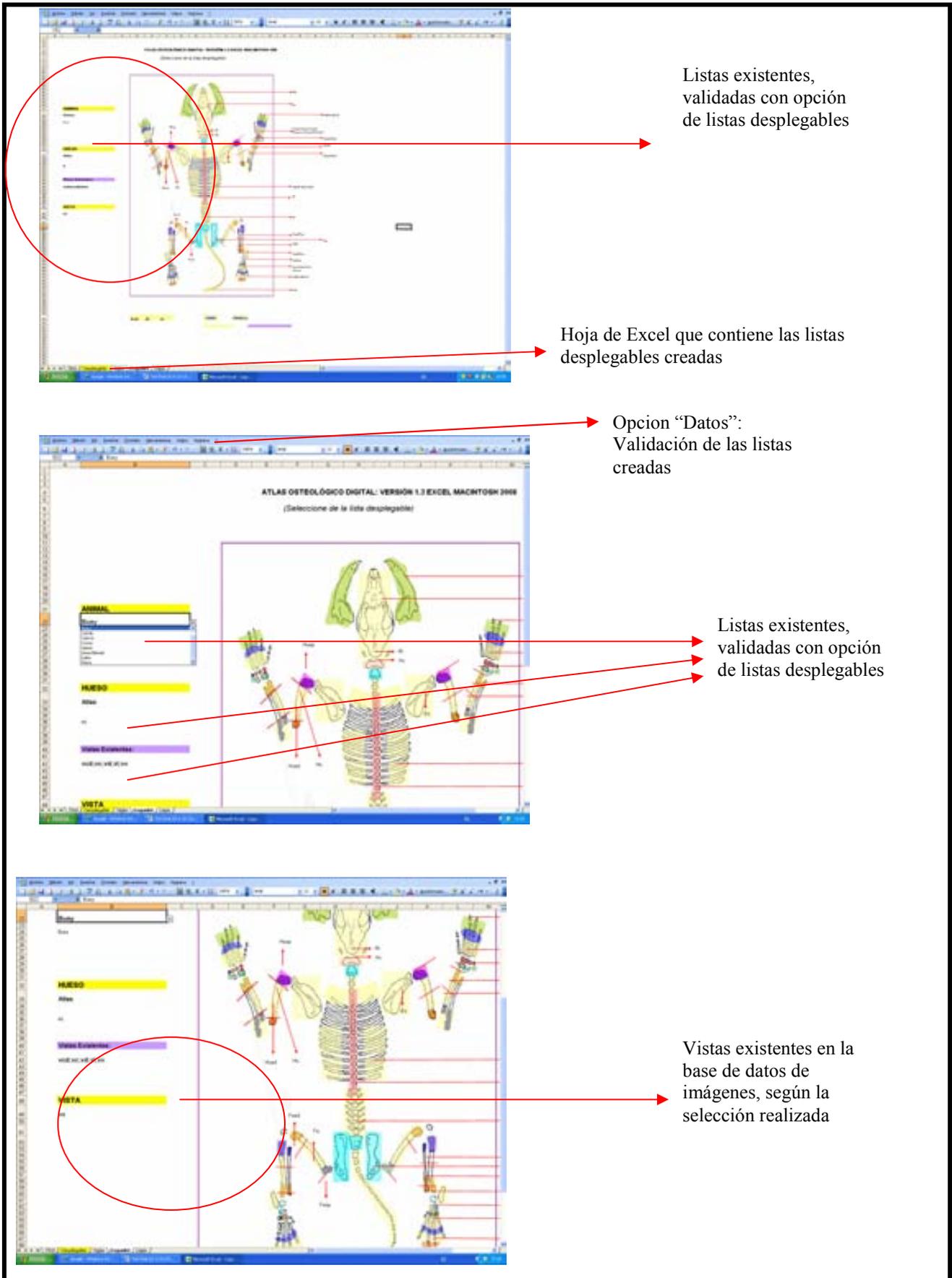
<sup>19</sup> Se recomienda activar el ayudante de Office en el programa Excel.

<sup>20</sup> Ver ayuda de Microsoft On Line

El resultado es posibilitar al arqueólogo/a la selección del taxón, hueso y vista deseada, a partir de las opciones que contiene cada lista y, que a la vez, estas opciones sean interactivas para acceder a las imágenes.

Para facilitar el funcionamiento, hemos incluido en las listas los nombres completos de los animales y los huesos que aparecen en el atlas. El programa convierte a este texto en las siglas necesarias, concatenándolas (tal como hemos descrito para la versión anterior), para crear el nombre del archivo de imagen deseada.

Una mejora con respecto a las versiones anteriores del Atlas es la información referente a las vistas existentes para cada hueso: la selección de la especie y del hueso, muestra automáticamente las siglas de las distintas vistas existentes en la base de datos de las imágenes, facilitando la información al usuario/a.

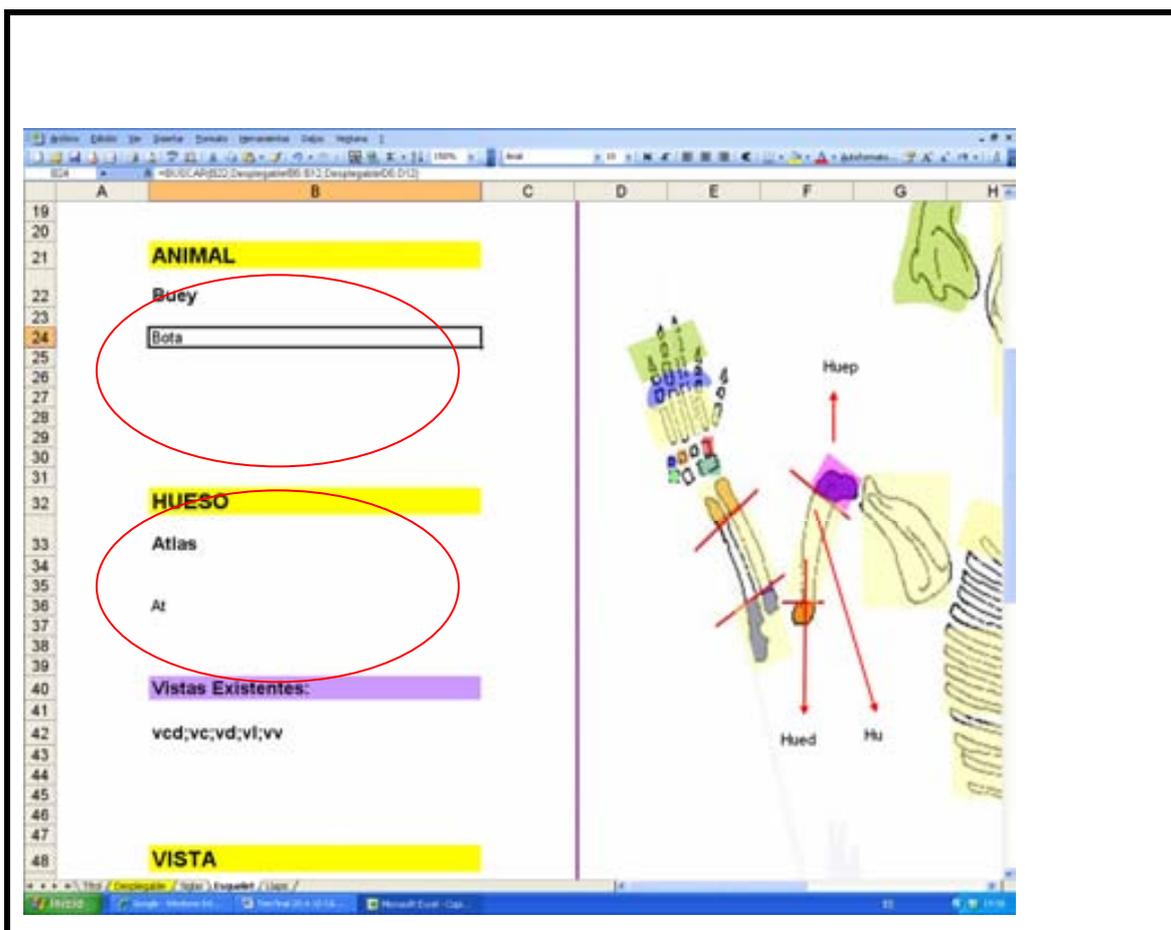


**Figura 42:** Detalles de la localización de las listas desplegables y de su funcionamiento.

Situamos inmediatamente bajo la casilla de selección, la fórmula de búsqueda de la sigla. Para ello hemos elaborado las listas complementarias (Lista A-Lista B, Lista C, Lista D, etc.).

Cada vez que el arqueólogo/a seleccione un animal, el programa aplica la fórmula y busca su correspondencia devolviéndola en casilla inferior.

A partir de la selección del usuario/a, las fórmulas utilizadas son las mismas que para las anteriores versiones.



**Figura 43:** Muestra de las casillas ocultas según la selección del usuario/a.

El resultado final es la copia del texto de estas casillas y la concatenación en la hoja que contiene las fórmulas – hoja “llapis”-, para generar el nombre del archivo concreto de la imagen deseada, con o sin puntos diagnósticos.

En las casillas “Imagen” y “Imagen P.D” contienen las mismas fórmulas de búsqueda que en la versión anterior del Atlas, es decir, redirigen la selección del usuario/a a la



### **13. Reflexión sobre el desarrollo del trabajo**

El objetivo inicial de este trabajo fue compilar una base de datos digital osteológica y generar un soporte informático ágil y funcional destinado a facilitar al arqueólogo/a la diferenciación taxonómica de la fauna arqueológica, pero adaptable a cualquier otro proceso de la investigación arqueozoológica, – morfológica o taxonómica, etc. Pretendíamos que pudiera aplicarse, siguiendo el mismo esquema, a cualquier otro tipo de resto arqueológico y, sobre todo, construirlo para ser adaptado a cada necesidad, compartido, mejorado y ampliado por la comunidad científica arqueológica.

Para conseguir este objetivo, nos centramos en la tecnología que disponíamos en ese momento, aunque todos/as conocíamos de la existencia de herramientas informáticas con muchas más prestaciones, pero por distintos motivos, quedaban fuera de nuestro alcance.

En un principio, la elaboración de la base de datos de imágenes no generó mucha dificultad. Se comenzó con una cámara Sony Mavica Digital y los resultados eran bastante aceptables. Sobre todo después de haber utilizado una cámara de video anteriormente.

Los ordenadores, el programa de captura, el soporte diseñado para tomar las imágenes, los focos móviles, funcionaban correctamente y nosotros adquiríamos cada vez más práctica en el manejo de todos los instrumentos.

Una vez realizada la captura de unas 350 imágenes, debidamente ordenadas y tratadas, se optó por la compra de una nueva cámara digital mucho más perfeccionada y de mejor resolución. Esto nos obligó a repetir las imágenes capturadas: había demasiada diferencia de calidad entre unas y otras. Tampoco nos pareció apropiado – dado que disponíamos de mejor tecnología – seguir con la primera cámara o incluir las imágenes iniciales.

Desde el punto de vista positivo, la eliminación de las imágenes, nos permitió adquirir la práctica necesaria en la utilización de esta nueva cámara digital.

La elección de las especies mostradas se realizó en base a dos criterios: el primero es que se trata de especies muy comunes en los yacimientos arqueológicos del NE peninsular post-mesolíticos. El segundo, es que el Laboratorio de Arqueozoología de la UAB disponía de los esqueletos enteros – o prácticamente enteros- de esos ejemplares.

Un aspecto a destacar fue la dificultad para obtener el esqueleto de un cerdo común: Laboratorio de Arqueozoología de la UAB dispone de diversos ejemplares enteros de cerdo común, pero se trata de animales fetales o neonatos. La legislación actual catalana es muy estricta en el tratamiento de esos restos procedentes de granja. Intentamos obtenerlo a través de la Facultat de Veterinària de la UAB, de granjeros autorizados, de centros de tratamiento y destrucción de animales, incluso llegamos a intentar acceder a la compra de un esqueleto de cerdo a través de Internet.

La colaboración del Museu de Zoologia de Barcelona resultó decisiva: además de ofrecernos este ejemplar, también pudimos disponer de un lince y de un lobo, es decir, dos especies salvajes.

Este préstamo contribuyó extraordinariamente a cumplir con dos de nuestros objetivos en la realización de este trabajo: la actualización y la inclusión de nuevos elementos y la colaboración con otros centros de investigación, ya sean o no arqueológicos.

La difusión de la información, sobretodo a través de Internet, ha posibilitado extraordinariamente acceder de forma más exhaustiva a información que con anterioridad, se hacía difícil compartir, ya fuera por la distancia o por no poseer los recursos suficientes. Este intercambio de información enriquece al mundo de la investigación – en general- y también genera otras posibilidades de enfrentarse a nuevos retos.

Es por ello que el planteo inicial del Atlas Osteológico Digital fue ofrecerlo de forma abierta y compartida a toda la comunidad científica. Sin embargo un diseño para una utilización desde un servidor resulta inviable, por cuanto se necesitaría un personal técnico dedicado al mantenimiento y a la actualización. Así pues el sistema que quisimos desarrollar debía dar opción a una gestión descentralizada y personalizada.

Con muy pocos cambios, modificamos el programa para la admisión de nuevas imágenes, de forma que el administrador del programa o el usuario/a autorizado, pueda

añadir otras especies. Estos cambios en el funcionamiento interno del programa, incluyeron la adaptación de las fórmulas a la posible inclusión de información complementaria a la que se ofrece en este momento: diformismo sexual, malformaciones congénitas, deformaciones de huesos por enfermedades, otros puntos diagnósticos, biometría, desgaste dentario, etc. Para ello, será necesaria la codificación de esta información y la captura de imágenes, de forma que pueda añadirse siguiendo el mismo proceso que hemos utilizado.

Una vez acabada la base de datos de imágenes, debidamente ordenadas, nos enfrentamos al reto del montaje del programa: nuestra intención inicial de presentar un trabajo en 3D, pero decidimos – después de diversos intentos – dejar este formato: La conclusión fue, simplemente, no se ajustaba a nuestros objetivos.

El formato en 3D es espectacular: todos/as hemos podido observar algún montaje concreto en televisión o en demostraciones comerciales. El problema radica en dos aspectos: por un lado el coste económico del software y del equipo informático necesario. Por otra parte, del proceso de aprendizaje que requiere su utilización.

Esto se traduce que, en la actualidad, no podemos disponer de estos recursos económicos y que, difícilmente, la comunidad arqueológica – hoy por hoy- podrá destinar la inversión necesaria para que los/las profesionales puedan acceder al mantenimiento y a la actualización del programa informático en 3D.

Nuestros intentos de modelar una seriación de imágenes a modo de 3D no consiguieron su objetivo. La secuencia de imágenes no conseguía ofrecer un resultado satisfactorio, más bien al contrario: para conseguir un giro completo sobre el eje horizontal de la imagen deseada, necesitábamos, como mínimo, 32 fotografías. Además había que añadir otra secuencia de imágenes del giro completo en el plano vertical. Cuando nos disponíamos a añadir sobre las imágenes el texto de los puntos diagnósticos, se agrupaba el texto de unas sobre las otras, lo que obligaba a eliminar parte de este texto añadido.

Nuestro objetivo inicial era generar un atlas de soporte para la identificación taxonómica. Si para mostrar la secuencia de imágenes – que con mucho trabajo, conseguimos ensamblar - era necesario obviar parte del texto más significativo del atlas, sencillamente, no era de nuestro interés.

Paralelamente, la dificultad en mostrar secuencias de imágenes se incrementaba extraordinariamente en el caso de huesos largos (Fémur, Tibia, Radio, Húmero) o en el de huesos planos (Pelvis, Escápula), sobre todo si eran de los animales de mayor tamaño.

Seguramente, la disponibilidad en el futuro del software necesario para generar imágenes en 3D, facilitará mucho la tarea de la captura de imágenes. En nuestro caso, cada cara de cada hueso se plasma en una imagen que hay que tratar para integrarla en la base de datos, añadiendo posteriormente los puntos diagnósticos en una copia de cada imagen.

Esto ha implicado un trabajo mucho más “artesano” por nuestra parte, que, seguramente, con un programa 3D se hubiera solucionado con una sola imagen, a modo de película. Además, se posibilitaría la vista de todos y cada uno de los puntos diagnósticos posibles, quizá apareciendo el texto según la rotación de la imagen, lo que si resultaría de mucha ayuda en la determinación taxonómica.

Como nos indica nuestra experiencia, la programación en 3D también llegará a ser un instrumento más asequible: ocurrió lo mismo con los ordenadores, las cámaras digitales, los programas comerciales, etc. Esta será una tarea pendiente para la actualización de este Atlas.<sup>21</sup>

Otro objetivo básico fue convencernos que el Atlas Osteológico Digital debía gestarse desde la Arqueozoología: Y subrayamos convencernos, ya que tanteamos diversas alternativas.

En general, los arqueólogos/as no somos especialistas informáticos, aunque, evidentemente, hay personas con una gran capacidad para ello. Pero ante todo y pese a todo, somos arqueólogos/as. Esto implica que aunque existan verdaderos especialistas de las técnicas informáticas, no todos podemos llevar a cabo programaciones específicas propias. Por tanto, aunque pudiéramos generar un atlas con una programación informática concreta, sería bastante complicado actualizar este Atlas de forma sencilla. Este proceso quedaría restringido únicamente a los arqueólogos/as especialistas en informática avanzada o a profesionales de la informática, lo que no se

---

<sup>21</sup> Ver nota pie de página número 6

ajusta a nuestros objetivos iniciales. Hay una distancia que se nos antoja cada vez mayor entre las investigaciones punta de los arqueólogos/as especializados en informática y el resto de la comunidad arqueológica. De la misma forma que hemos visto un relativo estancamiento en el software frente al desarrollo del hardware en estos últimos años, hemos visto un estancamiento de las aplicaciones estadísticas o de tratamiento de bases de datos en favor de un énfasis en reconstrucciones 3D o en la gestión de información geográfica, muy en línea con la importancia que ha adquirido la Arqueología de gestión frente a la de investigación real.

En los inicios de la utilización de la informática, esta fue la única alternativa existente para adaptar la información arqueológica a un soporte informático. Algunos profesionales de la Arqueología siguieron este camino y desarrollaron diversos programas pioneros en este aspecto (p.e. Estévez y Guillamon, 1984 o Weniger et. al.,1991), aunque el tiempo ha demostrado cómo quedan obsoletos por la constante renovación de los sistemas operativos o por la generación de programas comerciales o paquetes generales que se adoptan rápidamente (como el programa paleontológico de estadística PAST p.e. o ver Barceló, 2007).

Pero como ya se ha explicado anteriormente, la utilización de lenguajes de programación requiere – aun actualmente - un aprendizaje previo y una buena base en programación informática, lo que restringe los profesionales capaces de enfrentarse a esta tarea. Nuestros intentos de desarrollar una programación en este sistema chocaron frontalmente con las dificultades propias de desconocer este lenguaje. Era necesario, por tanto, invertir esfuerzos en aprender también este proceso.

Después de efectuar algunas pruebas, descartamos esta alternativa, ya que de la misma manera que nosotros no conocíamos a fondo este tipo de programación, tampoco lo haría la mayoría de los arqueólogos/as, lo cual complicaba la actualización del Atlas.

Antes de decidimos por un software comercial, todavía intentamos otra alternativa. Uno de nuestros objetivos era la colaboración con otros centros de investigación y presentamos nuestro proyecto al Dr. Remo Suppi, de la Facultat de Informàtica de la U.A.B

El Dr. Suppi propuso la elaboración de un trabajo final de carrera que respondiera a nuestra demanda. El resultado no fue el esperado, aunque el proyecto aportado tuviera una presentación mucho más “*comercial*” que nuestro Atlas.

En primer lugar, para la elaboración de un trabajo conjunto era necesario que el profesional informático conociera a fondo nuestros objetivos. Ello se requería un contacto diario con el arqueólogo/a y un trabajo continuado por ambas partes, lo cual no fue posible.

El planteo de este trabajo final de carrera se elaboró prácticamente sin contar que el arqueólogo/a era quien debía estar al frente de la dirección del trabajo, quien debía marcar las directrices al informático/a. El resultado fue un buen trabajo informático, muy visual e interactivo, pero sin utilidad arqueológica efectiva. Además, al tratarse de un trabajo final de carrera, una vez entregado, no hubo la posibilidad de insertar los cambios propuestos. Era necesario que otro estudiante de informática hubiera seguido este mismo trabajo, lo cual generaba, si cabe, mayores dificultades.

A esto hay que añadirle que el proyecto presentado era un trabajo *cerrado* para el arqueólogo/a y se hacía imprescindible contar con un informático/a para llevar a cabo cualquier modificación o actualización, a menos que no se conociera internamente el lenguaje utilizado por el autor. Por todo eso desestimamos finalmente esta alternativa.

Agradecemos la colaboración mostrada por el Dr. Suppi, aunque, después de la experiencia, decidimos seguir con nuestros propios medios y, por tanto, con la necesidad de solucionar el tema informático.

Solo nos quedó la alternativa de volver sobre nuestros pasos para afrontar el reto de utilizar los recursos que conocíamos y de que disponíamos.

Todos estos procesos ralentizaron extraordinariamente el desarrollo del programa, del que somos simples usuarios (Como la mayoría de los arqueólogos/as).

Con muchas consultas, tutoriales en la red, pruebas y, sobre todo, práctica, presentamos este trabajo en el formato de Excel. Fue una tarea complicada ya que, además, pretendimos que pudiera ser válido para los dos soportes más utilizados: Mac y PC.

Aunque inicialmente parecía imposible, con los trabajos pioneros en este formato realizados desde el Laboratorio de Arqueozoología de la Universitat Autònoma de Barcelona y la colaboración de todos y cada uno de los profesores, estudiantes, doctorandos, visitantes, etc. y sobre todo, gracias a la persistencia del director de esta tesis, obtuvimos los primeros resultados aceptables.

Finalmente, conseguimos nuestro propósito, aunque para ello fue necesario invertir muchísimo tiempo en adquirir la práctica necesaria para la correcta utilización de este programa, sobre todo en lo referente a la utilización de las fórmulas.

Un aspecto que no llegamos a resolver hasta tener prácticamente acabado el trabajo fue la necesidad de duplicar las columnas de búsqueda, una para Mac y otra para PC, obligando al usuario/a a escoger previamente el sistema con el que desea trabajar. Como ya hemos explicado anteriormente, las órdenes de las direcciones de los hipervínculos difieren entre los dos sistemas, lo que los hace incompatibles entre sí.

Si bien éramos optimistas y estábamos convencidos que cuando presentáramos esta tesis, ya estaría resuelto este tema – unificación del lenguaje de hipervínculos en Mac y PC-, la realidad es que no fue así.

Pero nuevamente disponíamos de los recursos necesarios para “solucionar” este problema, si bien no desde el punto de vista de la programación informática. Tal y como describimos en el capítulo anterior, se utilizó un dispositivo de memoria externa, un *pen drive*, que posibilitó la unificación del lenguaje para los dos sistemas.

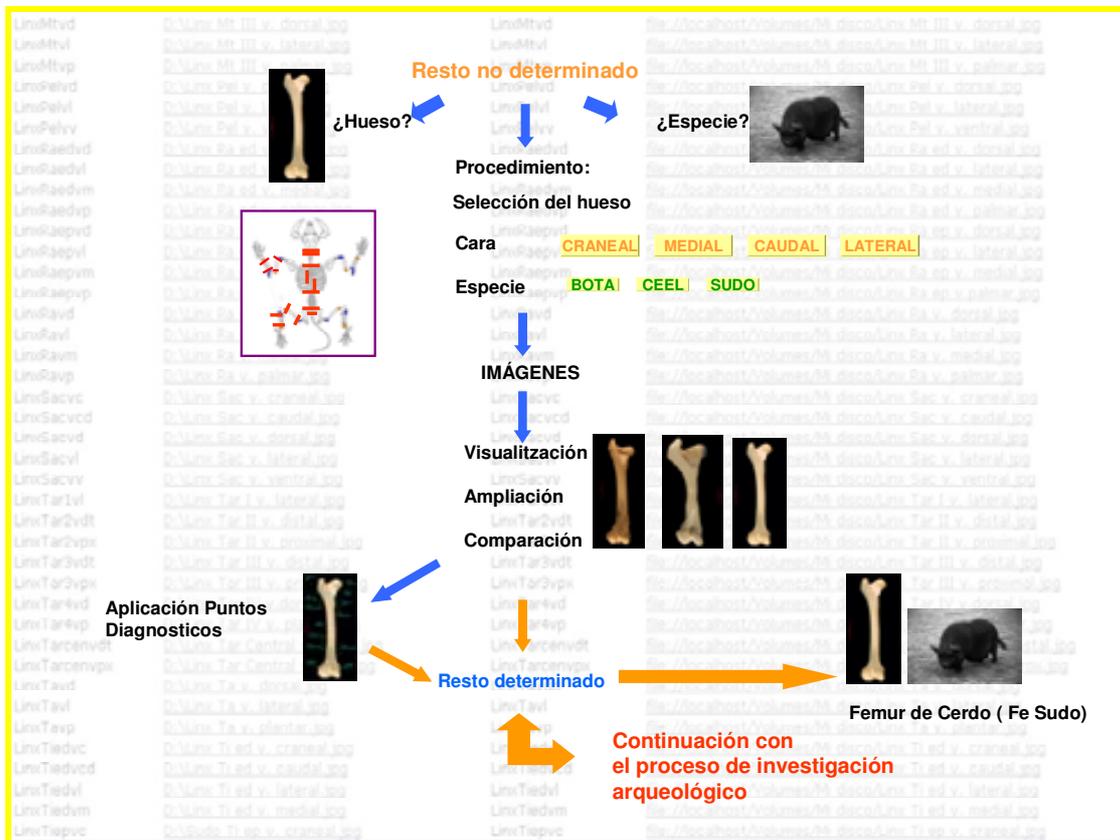
De esta forma se facilita extraordinariamente la actualización y la eliminación de parte de las fórmulas utilizadas.

Por tanto y en vista de nuestra experiencia, este es el Atlas Osteológico Digital que hemos conseguido siendo conmovedora que el desarrollo actual de la tecnología puede modificar substancialmente el trabajo informático que hemos llevado a cabo, simplificándolo.

Pero creemos que los objetivos y expectativas arqueológicos, que nos han llevado a realizar este trabajo a nuestro entender se han cumplido y seguirán siendo los mismos: facilitar el acceso al conocimiento de la dinámica social del pasado, a través de los restos de fauna arqueológica, evidencias de la acción colectiva de esa sociedad.

## 14. Desarrollo para otras aplicaciones arqueológicas

De una forma esquemática, el desarrollo de nuestro trabajo ha consistido en adaptar un programa informático comercial y conocido – Excel- para ofrecer al arqueólogo/a un soporte útil en el proceso de determinación de un resto de fauna arqueológica.



**Figura 45:** Esquema del desarrollo del Atlas Osteológico Digital: Para extraer la información de la actividad humana sobre un conjunto de restos de fauna arqueológica, podremos empezar por la determinación taxonómica de esos restos. Con la utilización del Atlas Osteológico Digital se accede a la posibilidad de ampliación y comparación de distintos elementos esqueléticos de varias especies, así como la opción de observar los puntos diagnósticos específicos sobre cada hueso, facilitando la determinación del resto de fauna.

Nos propusimos generar un soporte útil para la investigación (arqueozoológica en este caso) a partir de un conocimiento elemental de los recursos informáticos de programación para demostrar, entre otras cosas que esto misso es posible. Así la informática se transforma en algo tan útil y de uso potencialmnte tan generalizado como el bolígrafo p.e.

Para ello, ha sido necesario primero codificar toda la información necesaria y disponible.<sup>22</sup> Esta base de datos de códigos – numéricos, alfanuméricos, de texto - será imprescindible para poder introducir la información en el ordenador.

El ordenador combinará la información a partir de los códigos introducidos, generando una respuesta, una imagen, según las órdenes indicadas por el usuario/a de la aplicación. Por tanto, cuanta más información podamos introducir en el ordenador y más precisas sean las órdenes que dictemos, más exactas serán, también, las respuestas que nos ofrezca el programa.

En nuestro caso, se ha recopilado una base de datos de imágenes (con y sin puntos diagnósticos) y estos datos se han enlazado a través de una aplicación informática, que permite seleccionar las imágenes, según el criterio de búsqueda del arqueólogo/a para soporte a la determinación taxonómica.

Siguiendo con el mismo esquema de trabajo, se puede plantear la posibilidad de adaptar esta misma metodología a otros ámbitos de la investigación arqueológica: los restos arqueológicos son el testimonio material de la existencia social en un yacimiento arqueológico, es decir, la evidencia de la acción colectiva de un grupo humano sobre los recursos naturales.

Desde este punto de vista – es decir, el arqueológico- se aborda el análisis de los restos materiales, empezando por sus propias características.

Si posibilitamos la codificación de la información de las características morfológicas de los distintos restos materiales, y elaboramos las bases de datos necesarias (imágenes, dibujos, composición química, etc.) estaremos en disposición de integrar esta información en el mismo tipo de programa informático que se ha utilizado para el funcionamiento del Atlas Osteológico Digital.

---

<sup>22</sup> Ver capítulo 6 de esta Tesis.

En cada ámbito de investigación arqueológica, cada uno de los materiales generados o modificados por una sociedad humana, puede ser codificado. Sólo es necesario no perder el objetivo arqueológico y determinar la información necesaria que se desea obtener.

A partir de la voluntad de consulta del arqueólogo/a, el programa devolverá la información necesaria para generar una conclusión. El programa informático no ofrece respuestas definitivas: es el usuario/a, que, desde el punto de vista arqueológico, busca y selecciona una información determinada para generar una respuesta correcta.

Aunque en nuestro caso concreto sería muy útil- por ejemplo- la adaptación del atlas al análisis tafonómico de la fauna arqueológica o al análisis dental, también sería posible modificar este soporte metodológico para facilitar el proceso de análisis de cualquier otro tipo de material arqueológico: a partir de la tipología cerámica o lítica, los motivos de decoración, la factura, la localización, etc. se posibilita la vinculación de códigos con imágenes, con bases de datos para elaborar comparaciones, con otros materiales del mismo o de otros yacimientos, etc. siguiendo con el misma estructura de funcionamiento que la utilizada para elaborar este trabajo. Aunque hace tiempo que existen programas comerciales para la gestión de datos espaciales (SIGs) y hay cada vez más arqueólogos/as familiarizados con ellos, una adaptación de este sistema a una sencilla base de datos con posicionamientos espaciales podría ser también útil en la propia presentación de los materiales.

La facilidad – y la velocidad – para compartir, intercambiar, modificar, actualizar, añadir o suprimir información que ofrece la informática, en este caso aplicada a la investigación arqueológica, nos da la seguridad de poder trabajar al mismo tiempo con una gran cantidad de datos.

Las posibilidades de poder contar con bases de datos específicas, entrelazadas unas con otras, mediante programas informáticos de uso generalizado, es una realidad hoy en día. Por tanto, estamos en disposición de poder ofrecer esta herramienta, aunque sea de una forma minimizada para la determinación taxonómica tanto de la fauna arqueológica como la clasificación de cualquier otro tipo de materiales arqueológicos.

Con los mismos objetivos – arqueológicos - que nos habíamos planteado al inicio de esta tesis, se abre la posibilidad de generalizar esta estructura de soporte informático que hemos propuesto para el análisis de los distintos restos arqueológicos.

En los últimos capítulos de esta tesis, se describen los distintos cambios efectuados consecuencia de las actualizaciones de las aplicaciones informáticas utilizadas. Algunos, como la utilización del *pen drive* han supuesto un gran avance. Otros, como el bloqueo de las funciones macro para la versión 2008 de Excel para Mac, han requerido una solución alternativa.

Pero no ha supuesto ningún cambio en la base de datos, en nuestro caso, de imágenes ni en la codificación utilizada.

Las futuras bases de datos – en soporte 3D, por ejemplo – podrán adaptarse fácilmente a un tipo de soporte similar al presentado.

La informática está a nuestro alcance y a nuestra disposición en base a su funcionalidad, a ser útil al cerebro humano para trabajar con una gran cantidad de información al mismo tiempo. Las conclusiones, las respuestas, no obstante, todavía están reservadas a la mente humana, aunque las máquinas pueden facilitar enormemente estas decisiones.

El avance técnico supone la aparición de otros recursos, puede que espectaculares. No obstante, la adopción y la adaptación de estas técnicas a la investigación arqueológica no dependerán de la espectacularidad de su funcionamiento, ni de su coste, ni tan siquiera de su diseño. Sino de que sea mayoritariamente asumida por la comunidad científica en su praxis normal, pero sólo será funcional si nos ayuda a acercarnos a los objetivos arqueológicos, a la finalidad de la Arqueología.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

Altuna, J. (1972): "*Fauna de mamíferos de los yacimientos prehistóricos de Guipúzcoa*". Munibe, 24. Sociedad de Ciencias Aranzadi. San Sebastián: 1-464

Altuna, J. (1995): "*Visió històrica de l'Arqueozoologia a la Península Ibèrica*". Cota Zero, 11 :8-12.

Amorosi, T. (1989): "*A postcranial guide to domestic neo-natals and juvenile mammals. The identification and Aging of Old World Species*". BAR International Series 533. Oxford.

Armitage, P. L. (1978): "*A system for the recording and processing of data relating to animal remains from archaeological sites,*" En Brothwell, D. R. et al., Research problems in Zooarchaeology. pp. 39-46. Institute of Archaeology. Londres.

Asquerino, M. D. (1991): "*Arqueozoologia*". Cuadernos Técnicos, nº 2: Área de Prehistoria. Universidad de Córdoba.

Barceló, J.A. (1989): "*Arqueología, Lógica y Estadística*". Servei de Publicacions de l'Universitat Autònoma

Barceló, J.A. (1991): "*El uso de sistemas expertos en la interpretación de clasificaciones estadísticas multidimensionales*". Complutum, 1, Madrid: 41-51

Barceló, J.A. (1996): "*Arqueología automática. Inteligencia artificial en Arqueología*" Serie Cuadernos de Arqueología Mediterránea. Ed. AUSA. Sabadell: 1-11

Barceló, J.A. (2002): "*Archaeological thinking: between space and time*". Archeologia e Calcolatori, Roma: 237-257

- Barceló, J.A. (2007): "*Arqueología y Estadística. I. Introducción al estudio de la variabilidad de las evidencias arqueológicas*". Servei de Publicacions de la UAB (Materiales, 187). Bellaterra
- Barceló, J., Estévez, J. et al. 1994. "*The easier the better*," En Johnson, I. Ed. *Methods in the Mountains*. Sydney University Archaeological Methods Series, 2. Sydney: 43-48.
- Barone, R. (1976): "*Anatomie comparée des mammifères domestiques*", T.I: «Ostéologie», Ed. Vigot-Frères, París.
- Bartram L. (1995): "*Ethnoarqueologia i ossos animals al Kalahari Oriental*" *Cota Zero*, 11. :38-50.
- Behrensmeyer, A. K., y Hill. A. P. (1980): "*Fossils in the Making. Vertebrate Taphonomy and Paleoecology*". The University of Chicago Press. Chicago.
- Binford, L. (1981): "*Bones. Ancient Men and Modern Myths*". Academic Press. Nueva York
- Boessneck, J.; Müller, H. y Teichert, M. (1964): "*Unterscheidungsmerkmale Zwischen Schaf. (Ovis aries Linne) und Zeiege. (Capra Hircus)*" *Kühn Archiv.*, 78 :1-129.
- Bökönyi, S. (1970): "*A new method for the determination of the number of individuals in animal bone material.*" *American Journal of Archaeology*, 74. :291-292.
- Brothwell, D. R., E. Higgs, y Clark, G. (1963): "*Science in archaeology : a comprehensive survey of progress and research.*" Thames and Hudson. Londres
- Brothwell, D. R., Thomas, K. D. y Clutton-Brock. J. (1978): "*Research problems in zooarchaeology*". Occasional Publication, nº 3. Institute of Archaeology. London.
- Brotwell, D. y Higgs, D. (compil.) (1980): "*Ciencia en Arqueología*" Fondo de Cultura Económica. México.
- Chaplin, R.E. (1971): "*The study of animal bones from archaeological sites*". Seminar Press. Londres.

Clarke, D. L. (1978): "*Analytical Archaeology*." (2º Edición) London. Methuen.  
(Traducido al castellano Arqueología Analítica, Barcelona, Bellaterra, 1984).

Clason, A.T. (ed). (1972): "*Some remarks on the use and presentation of archaeozoological data*". Helinium, 12 :139-153.

Clason, A.T. (ed). (1975): "*Archaeozoological studies*" North - Holland Publishing Company.

Cohen, A., and D. Serjeantson. (1996): "*A manual for the identification of Bird Bones from Archaeological sites*". 115.

Cronwall, I.W. (1964): "*The world of ancient man*". Phoenix House. (London).

Cuadernos prácticos de Osteología Veterinaria de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia (1995).

Cziesla, E.; Eickoff, S; Arts, N. y Winter, D. (eds.). (1990): "*The Big Puzzle*". *International Symposium on Refitting Stone Artefacts*" Studies in Modern Archaeology, Vol I. Bonn, Holo: 9-44

Davis, S.J.M. (1989): "*La Arqueología de los animales*" Ediciones Bellaterra. Barcelona.

Efremov, E. A. (1940): "Taphonomy: a new branch of paleontology". Pan-American Geologist, 74: 81-93

Elbroch, M. (2006): "*Animal skulls: a guide to North American species*". Stackpole Books. Mechanicsburg.

Enloe, J.G y David, F. . (1992): "*Le remontage des os par individus: le partage du renne chez les Magdaléniens de Pincevent. (La Grande Paroisse, Seine-et-Marne)*" Bulletin de la Société Préhistorique Française. 86(9) :275-281.

Enloe, J.G. (1995): “*Remontatge en Zooarqueologia: Tafonomia, Economia i Societat*”. Cota Zero, 11 :31-37.

Estévez, J. (1979): “*La fauna del Pleistoceno peninsular*”. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.

Estevez, J. (1984): “*Paleoecologia/Arqueología versus Paleoeconomía/Arqueología*”. En: “*Primeras Jornadas de Metodología de Investigación en la Prehistoria*”, Soria, 1981, Ministerio de Cultura, Madrid : 293-298

Estévez, J. (1991): “*Cuestiones de fauna en Arqueología*”, en Vila, A. (ed.) “*Arqueología*”. CSIC, Madrid.:57-80

Estévez, J. (1995): “*Una història inacabada: L'estudi de restes animals davant un gran rept*”. Cota Zero, 11: 13-24

Estévez, J. (2000): “*Aproximación dialéctica a la arqueotafonomía*”, RAMPAS, 3 :7-28.

Estévez, J. y Martínez J. (1990): “*The hunted hunter. Quelques reflexions a partir de l'analyse des faunes paleolithiques du NE de la Peninsule Iberique*” en Catelain, P.; Otte M. (eds.) Actes du Colloque sur la Chasse dans la Prehistoire. Treignes. : 51-248

Estévez, J. y Guillamón, C. (1984): “*Cadena de programas para el análisis estadístico de conjuntos arqueológicos*” en Mora, R. y Carbonell, E. Seminari Internacional d'estadística i informàtica aplicades a l'Arqueologia Ed. Ajuntament-Diputació Girona: 70-127

Estévez, J., Mameli, L. y Goodall, N. (2002): “*An expert system to help taxonomic classification in avian archaeology: a first attempt with bird species from Tierra del Fuego*”. Acta zoologica cracoviensia, 45: 383-391.

Estévez, J. y Vila, A. (1995): “*Etnoarqueología: el nombre de la cosa*”, en Estévez, J. y Vila, A. (coords.) “*Encuentros en los conchales fueguinos.*” Treballs d'Etnoarqueologia 1. Bellaterra. UAB-C.S.I.C. : 17-23

Flower, W. H. y Gadow, H. (1885): “*An introduction to the osteology of the mammalia*”. Macmillan ed. Nueva York.

Formigón, C. (1998): “*Atlas osteológico digital: diferencias entre cabras, ovejas y rebecos*”. Treball de recerca. Universitat Autònoma de Barcelona.

Gassiot, E. (2001): “*Anàlisi arqueològica del canvi cap a l'explotació del litoral*”. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, 2001

Gil Cano, F. et al.(1998): “*Osteologia veterinaria. Équidos, rumiantes, suidos, carnívoros*”. Editorial Diego Marín

Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. (2010): “*PAST*”. <http://folk.uio.no/ohammer/past/> fecha de acceso 2010

Hartnell, T. (1985): “*Inteligencia artificial: conceptos y programas*” Anaya multimedia, Madrid.

Helmer, D., and M. Rocheteau. (1994): “*Atlas du squelette appendiculaire des principaux genres Holocènes de petits ruminants du Nord de la Méditerranée et du Proche-Orient (Capra, Ovis, Rupicapra, Capreolus, Gazella). Première partie: La scapula et l'humérus % Fiches d'Ostéologie animale pour l'Archéologie*” Serie B: Mammifères, n° 4: Jean Desse et Nathalie Desse-Berset.

Helmer, D. (1995): “*Biometría i arqueozoología a partir d'alguns exemples del Pròxim Orient*”. Cota Zero, 11 :51-60.

Hillson, S. (1992): “*Mammal bones and teeth. An introductory guide to Methods of identification*”. Institute of archaeology. University College London.

Hue, E. (1907): “*Ostéométrie des mammifères. Etude de la faune Quaternaire, 1er fascicule.*”: Schleicher Frères, Editeurs. Paris.

Kasper, J. C. (1980): "*Skeletal identification of California sea lions and harbor seals for archaeologists*". *Ethnic Technology Notes*, 17:1-33.

Laplace, G. (1974): "*La Typologie analytique et structurale*". *Banques de données archéologiques*. Paris: 91-142

Lavocat, R. (1966): "*Faunes et flores préhistoriques*". Paris, Boubée.

Lefevre, C. (1989): "*L'avifaune de Patagonie Australe et ses relations avec l'homme au cours des six derniers millenaire*"s. Ph.D. diss., Université de Paris (Pantheon-Sorbonne). Paris

López Plana, C. et. al. (2008): "*Atlas de osteología de los mamíferos domésticos*". <http://minnie.uab.es/~veteri/21197/osteo/ficheros/UntitledFrameSet1.html>. UAB Unitat d'anatomía. Bellaterra. fecha de acceso 2010.

Lumbreras, L.G. (1981): "*La Arqueología como ciencia social*". Ed. Peisa. Lima

Klein, R.G. y Cruz Uribe, K. (1984): "*The analysis of animal bones from archaeological sites*". University of Chicago Press. Chicago

Maicas, R. (1989): "*Ejemplos de aplicación de inteligencia artificial en Arqueología*". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, 16. Universidad Autónoma de Madrid: 73-80

Mameli, L. (2004): "*La gestión del recurso avifaunístico por las poblaciones canoeras del archipiélago fueguino*". Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona

Mameli, L y Estévez, J. (2004): "*EtnoArqueología de las aves: el ejemplo del extremo sur americano*". *Treballs d'Etnoarqueologia*, 5. CSIC. Madrid: 65-122

Martínez, J. (1993): "*Tafonomía y Subsistencia. Aproximación metodológica para la verificación de la caza en las comunidades cazadoras-recolectoras del Pleistoceno*". Tesis de licenciatura. Universitat Autònoma de Barcelona.

Matolski, J. (ed). (1973): "*Domestikationsforschung und Geschichte der Haustiere*". Academia Ciencias. Budapest.

Miles Gilbert, B. (1973): "*Mammalian osteo-archaeology: North America*". Missouri Archaeological Society in Columbia.

Mivart, St. G. J. (1881): "*The cat; an introduction to the study of backboneed animals: especially mammals.*" Murray ed. Nueva York.

Monterde, J.G. (2010): "*Osteología del perro*" <http://www.uco.es/organiza/departamentos/anatomia-y-anat-patologica/embriologia/anatomia/locoflash2ed/inicio.html>. Fecha de acceso 2010.

Morales, A. (1976): "*Contribución al estudio de las faunas mastozoológicas asociadas a yacimientos prehistóricos españoles*". Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Morales, A., and E. Rosello. (1988): "*Contribución al Atlas Osteológico de los Teleosteos Ibéricos*". I. Dentario y articular. Colección de Estudios 14. Ed. de la Universidad Autónoma de Madrid.

Morales, A. (1990): "*Arqueología teórica: Usos y abusos reflejados en la interpretación de las asociaciones de fauna de yacimientos antrópicos*". Trabajos de Prehistoria, 47.:251-290

Mourer-Chauviré, C. (1975): "*Les oiseaux du Pléistocene Moyen et Supérieur de France*". Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon. Département des Sciences de la Terre. Villeurbanne.

"*Nómina anatómica veterinaria*" (1975): Compilado por Comité Internacional de Nomenclatura Anatómica Veterinaria y la Asociación Mundial de Anatomistas Veterinarios. Asamblea General. Editorial Aedos. Barcelona.

También on line en [http://www.wava-amav.org/Downloads/nav\\_2005.pdf](http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2005.pdf).

Olsen, S. J. (1964): "*Mammal Remains From Archaeological Sites. Part 1, Southeastern and Southwestern United States*". Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 56:162.

Olsen, S. J. (1968): "*Fish, Amphibian and Reptile Remains From Archaeological Sites*". Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 56:137.

Olsen, S. J. (1979): "*Osteology for the Archaeologist.*" Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 56:186.

Pales, L., y Lambert, CH. (1976): "*Atlas osteologique des mammifères.*" Centre National de Recherches Scientifiques, Paris.

Poulain, T. (1976): "*Etude des ossements animaux et son apport a l'archeologie*". Université de Dijon. Centre de recherches sur les techniques Greco-romaines. N° 6. Dijon

Prummel, W. y Frisch, H. J. (1986) "*A guide for the distinction of species, sex and body side in bones of sheep and goat*", Journal of archaeological Science, 13 :567-577

Prummel, W. (1987): "*Atlas for identification of foetal skeletal elements of Cattle, Horse, Sheep and Pig*". Part. 2. Archaeozoologia 1:9-42.

Rosello Izquierdo, E. (1988): "*Atlas osteológico de los teleosteos ibericos (resumen)*". Ichthio-Osteo Archeology News, 5:1-16.

Sánchez Meseguer, J. (1988): "*Sistemas Expertos en Arqueología: valoración de las hipótesis*". Espacio, Tiempo y forma. Serie I, Prehistoria: 491-505

Saña, M. (1998): "*Arqueozoologia i faunes neolítiques a Catalunya. Problemàtica plantejada entorn a la dinàmica del procés de domesticació animal*" Cypsela, 12. Girona. : 99-110

Schaller, O. (ed.). (1996): "*Nomina anatomica veterinaria ilustrada*" Ed. Acribia. Zaragoza

Schmid, E. (1972): "*Atlas of Animal Bones. (Tierknochenatlas)*", Elsevier Publishing Company, New York and Amsterdam.

Searfoss, G. (1995): "*Skulls and bones: a guide to the skeletal structures and behavior of North.*" Stackpole Books. Mechanicsburg.

Simon J.M. Davis. (1989): "*La Arqueología de los Animales*" Ed. Bellaterra, SA. Barcelona.

Uerpmann, H.P. (1973): "*Animal bone finds and economic archaeology: a critical study of osteo-archaeological method*". World Archaeology, 4. : 307-322.

Uerpmann, H.P. (1978): "*Approaches to faunal analysis in the Middle East*". Peabody Museum of Archaeology and Ethnology bulletin, 2. Harvard University. 1-206

Vila, A. y Estévez, J. (1989): "*Sola ante el peligro: La Arqueología ante las Ciencias Auxiliares*" Archivo Español de Arqueología, 29 : 272-278

Watson, J. P. N. (1972): "*Fragmentation analysis of animal bone samples from archaeological sites. Archaeometry*", 14: 221-228.

Weniger,C.; Estévez, J. y Linderbeck, J. (1991): "*Sanquin: Un programa para la valoración y reconstrucción de niveles arqueológicos*". Complutum, 1. Madrid :293-298

## 16. LISTADO DE FIGURAS

**Figura 1:** Vistas parciales de la colección osteológica de referencia del Laboratorio de Arqueozoología de la UAB

**Figura 2:** Pantallas interactivas del atlas osteológico digital para Macintosh, elaborado por medio del programa Apple Media Tool.

**Figura 3:** Ejemplo parcial del montaje del atlas osteológico, en formato Apple Media Tool para Macintosh.

**Figura 4:** Ejemplo parcial del montaje del atlas en formato Power Point.

**Figura 5:** Esquema de la elaboración de un programa experto. J. Estévez, 1991.

**Figura 6:** Esquema general de funcionamiento del sistema experto para la clasificación taxonómica de restos arqueovifaunísticos (Estévez, Mameli y Goodall, 2002).

**Figura 7:** Imagen del sistema de soporte utilizado. Laboratorio de Fauna Arqueológica. UAB.

**Figura 8:** Secuenciando la toma de imágenes consecutivas en ambos planos, intentamos adquirir imágenes suficientes para la vista de un elemento esquelético completo.

**Figura 9:** La imagen del Cráneo de *Dama Dama*, sustituye en el atlas la del Cráneo de *Cervus Elaphus*, dado que no contamos con esta parte anatómica del animal.

**Figura 10:** Esquema del proceso de la captura de imágenes para la elaboración de la carpeta que contendrá todas las imágenes originales con su nombre correspondiente y único.

**Figura 11:** Imagen original: “md\_03\_JGP” del día 21.3.2007, de 1 MB de tamaño y de 30,48 cm. de altura x 20,32 cm. de anchura, con una resolución de 180 píxeles. Antes de incorporar esta imagen al archivo “Fotografías originales”, se cambió el nombre por el

de “Linx Es v. lateral”. Como el Lince fue uno de los animales cedidos desde el Museo de Zoología de Barcelona, no cuenta con número de registro del Laboratorio de Arqueozoología de la UAB.

**Figura 12:** Programa Adobe Photoshop CS: Localización de las herramientas más utilizadas para el tratamiento de las imágenes.

**Figura 13:** Programa Adobe Photoshop CS: Observaciones para la selección de la imagen.

**Figura 14:** Programa Adobe Photoshop CS: Observaciones para el ajuste de las medidas de la imagen

**Figura 15:** Programa Adobe Photoshop CS: Imagen inicial (1) y final (2) después del ajuste de las medidas.

**Figura 16:** Programa Adobe Photoshop CS: Localización de las herramientas para la sustitución de la referencia métrica.

**Figura 17:** Programa Adobe Photoshop CS: Localización de las herramientas para el tratamiento final de la imagen.

**Figura 18:** Secuencia de las carpetas de archivos creadas.

**Figura 19:** Programa Adobe Photoshop CS: Localización de las herramientas para añadir los puntos diagnósticos.

**Figura 20:** Programa Adobe Photoshop CS: Imagen 1: Muestra de la utilización de un soporte para la captura de la imagen del Cráneo de cerdo en vista lateral. Imagen 2: Imagen definitiva, una vez tratada, con un giro de 180°.

**Figura 21:** Imagen de la hoja “Carátula”

**Figura 22:** Imagen de un esqueleto de animal genérico

**Figura 23:** Imagen de la segunda hoja activa del documento de Excel.

**Figura 24:** Imagen parcial de la tercera hoja activa del documento de Excel.

**Figura 25:** Imagen parcial de la tercera hoja activa del documento de Excel: vista de las columnas para el sistema Windows, para el sistema Macintosh y de la localización de las casillas que contienen las fórmulas.

**Figura 26:** Insertar fórmulas en Excel

**Figura 27:** Enlaces de las fórmulas de concatenación

**Figura 28:** Enlaces de las fórmulas de búsqueda

**Figura 29:** Casillas de comprobación

**Figura 30:** Botones de acceso a las imágenes

**Figura 31:** Relación de la búsqueda de las imágenes a partir de las fórmulas que contienen los botones.

**Figura 32:** Cada sigla corresponde a la imagen de la ruta indicada en la celda situada inmediatamente a su derecha. Activando los botones, el programa ejecutará la orden de apertura de esa ruta concreta.

Si no existe la imagen, aparecerá un aviso en la celda situada bajo el botón correspondiente. El mismo esquema se repite en el caso de la búsqueda de imágenes con puntos diagnósticos.

**Figura 33:** Esquema del funcionamiento del Atlas Osteológico Digital

**Figura 34:** Primera hoja del formato del Atlas Osteológico Digital utilizando un *pen drive* para almacenar la base de datos de imágenes. Se ha eliminado la primera hoja original.

**Figura 35:** Reducción de la búsqueda de imágenes a dos columnas

**Figura 36:** Esquema de la hoja activa de Excel, que llamaremos “llapis”, para la búsqueda de imágenes a través de un dispositivo externo (*pen drive*).

**Figura 37:** Detalle del lenguaje de los hipervínculos generados automáticamente desde el dispositivo *pen drive* (arriba) y para cada plataforma. En el sistema PC por defecto denomina E:\ al pendrive mientras que en MAC lo denomina: file://localhost/Volumes/nombre del pen drive.

**Figura 38:** Detalle de las celdas implicadas en las fórmulas de la hoja activa “llapis”.

**Figura 39:** Detalle de las columnas implicadas con las fórmulas de búsqueda simplificadas.

**Figura 40:** Detalle de la localización de las nuevas fórmulas utilizadas.

**Figura 41:** Mensaje de aviso en un Macintosh con la versión Office 2008 instalada.

**Figura 42:** Detalles de la localización de las listas desplegables y de su funcionamiento.

**Figura 43:** Muestra de las casillas ocultas según la selección del usuario/a.

**Figura 44:** Casillas de acceso a las imágenes deseadas.

**Figura 45:** Esquema del desarrollo del Atlas Osteológico Digital: Para extraer la información de la actividad humana sobre un conjunto de restos de fauna arqueológica, podremos empezar por la determinación taxonómica de esos restos. Con la utilización del Atlas Osteológico Digital se accede a la posibilidad de ampliación y comparación de distintos elementos esqueléticos de varias especies, así como la opción de observar los puntos diagnósticos específicos sobre cada hueso, facilitando la determinación del resto de fauna.

## 17.INDICE

<b>ATLAS OSTEOLÓGICO DIGITAL</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Los restos arqueológicos</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Los instrumentos operativos multidisciplinarios</b> .....	<b>12</b>
<b>4. Arqueozoología: la identificación de fauna arqueológica</b> .....	<b>19</b>
<b>5. El soporte informático</b> .....	<b>32</b>
<b>6. La codificación de la información</b> .....	<b>35</b>
<b>7. Los Programas Expertos</b> .....	<b>46</b>
<b>8. De las bases de datos a los programas expertos: los antecedentes</b> .....	<b>49</b>
<b>9. El Atlas Osteológico Digital</b> .....	<b>60</b>
<i>9.1 Captura de Imágenes</i> .....	<i>66</i>
<i>9.2 Tratamiento de las Imágenes</i> .....	<i>71</i>
<i>9.3 Generar la lista de los archivos definitivos</i> .....	<i>82</i>
<i>9.4 Puntos diagnósticos</i> .....	<i>85</i>
<i>9.5 Montaje de la base de datos para las imágenes</i> .....	<i>89</i>
<b>10. Atlas Osteológico Digital, versión primera.</b> .....	<b>94</b>
<i>10.1 Las fórmulas</i> .....	<i>101</i>
<i>10.2 Manual de instrucciones</i> .....	<i>112</i>
<i>10.3 El acceso restringido: administración del programa</i> .....	<i>118</i>
<b>11. Atlas Osteológico Digital, segunda versión</b> .....	<b>120</b>
<b>12. Atlas Osteológico Digital, tercera versión.</b> .....	<b>131</b>
<b>13. Reflexión sobre el desarrollo del trabajo</b> .....	<b>140</b>
<b>14. Desarrollo para otras aplicaciones arqueológicas</b> .....	<b>147</b>
<b>15. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>151</b>
<b>16. LISTADO DE FIGURAS</b> .....	<b>160</b>
<b>17. INDICE</b> .....	<b>164</b>

