

LA INTELIGENCIA TECNOLÓGICA DEL SER HUMANO*

Ignacio Martínez Mendizábal
Paleontólogo

No es un secreto para ninguno de nosotros que el ser humano es un animal inteligente, pero no somos los únicos. Los seres humanos formamos parte de un grupo de elite: del club privilegiado de animales inteligentes. Entre los socios de este club están los primates superiores y los cetáceos. Pero, entre todos ellos, los seres humanos presentamos una característica muy destacada: tenemos la capacidad de penetrar en los secretos del Universo, de conocer las leyes que rigen la Naturaleza. De este conocimiento hemos derivado la posibilidad de cambiar el entorno y hacerlo más humano modificándolo para satisfacer nuestras necesidades.

Esta capacidad de intervenir sobre la Naturaleza, que es una de nuestras principales señas de identidad, es el rasgo distintivo de la mente tecnológica del ser humano.

Pero no siempre hemos sido así. Hace apenas cinco millones de años,

la capacidad de nuestros más directos antepasados, los primeros homínidos, para manipular el medio, o para conocer los mecanismos que rigen la Naturaleza, no debía de ser muy diferente de la que hacen gala nuestros parientes vivos más próximos, los chimpancés. A lo largo de los últimos cinco millones de años, ha tenido lugar el proceso que ha desembocado en la aparición de nuestra mente tecnológica. La mayor parte de ese tiempo el proceso ha sido muy lento, acelerándose extraordinariamente en los últimos milenios, en la fase histórica. Pero los cimientos de lo que hoy conocemos como la mente tecnológica del hombre se pusieron en el pasado profundo, se erigieron en la prehistoria. Y fue a través de dos procesos, uno biológico y otro cultural. Ambos tienen sus propios hitos, sus propios jalones, sus propios momentos estelares en los que la Humanidad fue alcanzando las bases que nos han permitido llegar a ser lo que somos hoy.

El primer proceso, el biológico, tuvo a su vez dos ejes de desarrollo, uno afecto a lo que podríamos llamar el *hardware* de la máquina biológica que produce el pensamiento, el encéfalo, y tuvo dos momentos principales. En primer lugar, el aumento neto del tamaño del encéfalo y, en segundo término, el de su reorganización. Los paleontólogos podemos estudiar directamente el primero de ellos, también conocido como proceso de encefalización, y establecer si tuvo lugar de manera gradual o bien si se produjo de forma discontinua.

Como paso previo de estas investigaciones, es importante establecer una manera de comparar el tamaño del encéfalo entre animales de dife-

rente peso corporal, puesto que el tamaño del cuerpo determina el propio tamaño del encéfalo. Así, los grandes cetáceos, las ballenas, tienen un ta-

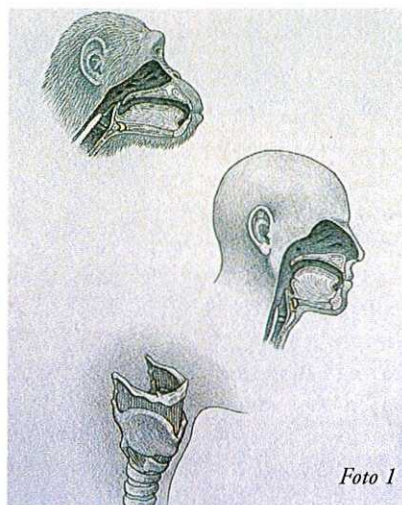


Foto 1

maño encefálico absoluto mucho mayor que el nuestro porque también lo es su tamaño corporal. En los mamíferos, el aumento de tamaño del cuerpo está relacionado con el incremento de peso encefálico según una ley de crecimiento. Es decir, que al ir aumentando el peso corporal, armónicamente se va aumentando el peso del encéfalo según una relación lineal, que puede expresarse con una función matemática que es la ecuación de la recta de regresión que describe la variación conjunta de los tamaños encefálicos y corporales de todas las especies de mamíferos situando en abscisas el peso corporal y en ordenadas el peso encefálico. La pendiente de dicha recta es menor que uno, lo que nos informa que, al aumentar el tamaño en los mamíferos, el peso corporal se incrementa más deprisa que el peso encefálico.



* De la Conferencia pronunciada en el Museo Guggenheim-Bilbao

La ecuación de dicha recta nos permite estimar si el peso encefálico de un mamífero es el adecuado para su peso corporal, si lo excede, o si es menor del que le correspondería. Si establecemos un índice (índice de encefalización) entre el valor real del peso encefálico de un mamífero y su peso encefálico estimado (calculado a partir de su peso corporal y de la ecuación de la recta de regresión) encontramos tres situaciones posibles. Si el valor del índice es similar a uno, el encéfalo del mamífero en cuestión tendrá el tamaño correspondiente a su tamaño corporal. Valores del índice por debajo de uno implican encéfalos menores de lo esperado para un mamífero del peso corporal considerado, mientras que cifras del índice superiores a uno corresponden a los mamíferos cuyo encéfalo es mayor de lo esperado a partir de sus pesos corporales.

Los seres humanos somos los mamíferos que arrojamamos un valor más alto en el índice de encefalización. Es decir, que somos los mamíferos más separados del valor esperado o los que tenemos un mayor encéfalo en relación con nuestro peso corporal: nuestro encéfalo pesa entre cinco y siete veces más de lo que debería de pesar para un mamífero de nuestro tamaño.

Quizás parezca una aproximación grosera ésta del tamaño encefálico, al problema del desarrollo de la mente tecnológica: aunque el ordenador sea grande, no necesariamente tiene que funcionar mejor y el tamaño del encéfalo quizá no tenga una relación directa con la inteligencia. Pero vamos a contemplar algunos datos que abogan en la dirección que quiero mantener. Hay un grupo de mamíferos cuyos valores del índice de encefalización están por encima de la unidad; son los primates, los monos, un grupo de mamíferos que sabemos

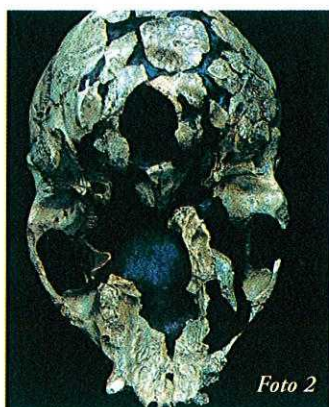


Foto 2

son muy inteligentes. Más aún, el mamífero más próximo a nosotros en cuanto al valor del índice de encefalización es el delfín. Y todos estamos de acuerdo (especialmente los científicos que los estudian) en

que los delfines son muy inteligentes. De manera que alguna relación existe entre el tamaño del encéfalo, cuya incremento a lo largo del tiempo podemos estudiar los paleontólogos y eso que llamamos inteligencia.

Ahora bien, para que podamos obtener las variables necesarias para calcular el índice de encefalización de una especie fósil, peso encefálico y peso corporal, es preciso contar con buenos fósiles. Si se dispone de cráneos completos, o bastante completos, se puede medir el volumen del encéfalo albergado por dichos cráneos. Como se conoce la densidad del tejido nervioso, resulta muy fácil calcular el peso de los encéfalos de las especies fósiles. Tampoco es demasiado complicado estimar el peso corporal de un individuo del pasado si se cuenta con su esqueleto, o con buena parte de él, porque el peso corporal se transmite a través de los huesos de la columna vertebral, cadera y extremidades inferiores. En la morfología y tamaño de estos huesos están las claves para deducir el peso del cuerpo. De modo que son problemas teóricamente no muy complejos, pero cuya solución topa con la precariedad del registro fósil. Son muy pocos los casos, excepcionales, en los que se haya conservado el esqueleto de un individuo y, lo que es peor, de algunas de

las especies fósiles no se conocen los suficientes restos como para elaborar, rigurosamente, estos estudios. Hasta hace poco, esta situación era especialmente aguda para un lapso de tiempo que va desde hace un millón y medio de años hasta hace sesenta mil años. De esta fase de la evolución humana no había suficientes fósiles como para establecer conclusiones sólidas.

El otro proceso biológico que ha tenido que ver con el desarrollo de nuestra mente tecnológica ha afectado no al tamaño encefálico, sino al funcionamiento del encéfalo, o más exactamente al de uno de sus componentes: el cerebro. Nuestro cerebro es único entre los del resto de animales porque es un cerebro simbólico, que es capaz de aprehender la realidad exterior a través de la elaboración de conceptos, convertirlos en símbolos, palabras o números, manejarlos y comunicárselos a otro cerebro. Realmente es muy difícil seguir la pista en el registro fósil a estas capacidades mentales pero hay un indicador crucial para poder estudiar la evolución de la mente simbólica: es la aparición del lenguaje, punto de encuentro de todas las capacidades psíquicas superiores del ser humano. Si podemos demostrar que los hombres primitivos en algún momento del pasado hablaban, podremos estar seguros de que su mente ya era simbólica.

En los últimos años, la vía de aproximación de los paleontólogos al origen del lenguaje ha sido la de intentar reconstruir las vías aéreas superiores de nuestros antepasados. Este enfoque está justificado en el hecho de que nuestras vías aéreas superiores son diferentes de las del resto de los mamíferos. La foto 1 es un esquema de las vías aéreas superiores de un chimpancé y de un humano adulto. La anatomía de las vías aéreas superiores del chimpancé es un buen modelo primitivo, común a todos los mamíferos no especializados. Podemos ver la cavidad oral, la boca, y la cavidad nasal conectadas, en su parte posterior, por la faringe, que, a su

Al ir aumentando el peso corporal, armónicamente se va aumentando el peso del encéfalo.

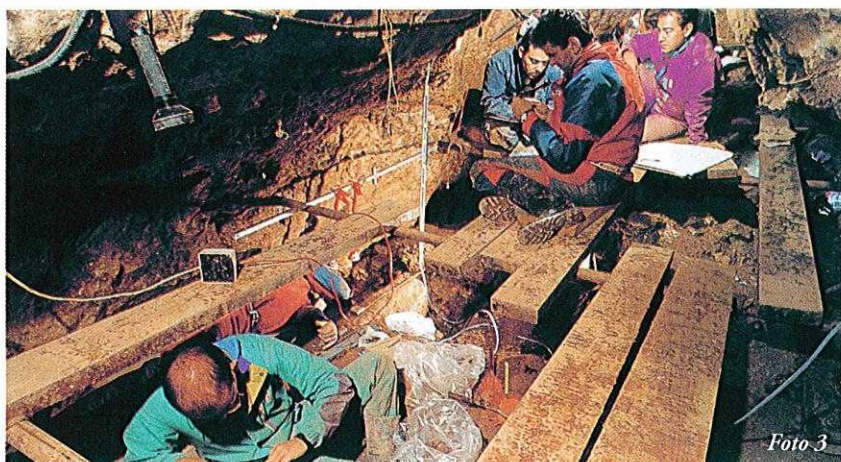


Foto 3

vez, se abre a dos conductos, el tubo digestivo y el tubo respiratorio. Al comienzo del tubo respiratorio se sitúa una caja cartilaginosa, la laringe, que alberga a las cuerdas vocales.

En el chimpancé, y los mamíferos en general, la laringe está situada muy alta en el cuello, prácticamente a la salida de la cavidad oral. La elevada posición de la laringe permite que los mamíferos puedan beber y respirar al mismo tiempo. Esta disposición anatómica es una adaptación a la lactancia, que sería un sistema ineficaz de alimentación si el cachorro tuviera que interrumpir continuamente la succión de leche para poder respirar. Así, en los adultos de la mayor parte de las especies de mamíferos sencillamente se mantiene la misma estructura anatómica de las vías aéreas superiores del estado infantil.

También nuestros bebés tienen la laringe en situación elevada en el cuello, lo cual les permite mamar eficazmente. Pero hacia los dos años de vida, la laringe desciende varios centímetros y se sitúa en una posición más baja en nuestro cuello, perdiendo así la capacidad de beber y respirar, por la nariz, al mismo tiempo. Colateralmente, también disminuye la capacidad de bloquear la entrada al tubo respiratorio durante la deglución de alimentos sólidos, aumentando el riesgo de atragantarnos. ¿Cómo ha sido posible que las vías superiores de los humanos hayan perdido eficacia en el desempeño de parte de sus funciones? El propio Char-

les Darwin se ocupó en "*El origen de las especies*" del problema de cómo la evolución biológica puede conducir a que un órgano pierda eficacia en el desempeño de sus funciones fisiológicas. Su solución fue apostar porque en aquellos casos en los que un órgano pierde funcionalidad es porque adquiere otra función nueva, que es más importante para la supervivencia y/o reproducción del individuo. Es decir, que el balance total, en términos de selección natural, es positivo y aumenta las expectativas de supervivencia del individuo. Y esta situación es la que se produce en el caso de nuestras vías aéreas superiores: el descenso en la posición de la laringe confiere al tracto supralaríngeo una morfología peculiar que permite que la lengua actúe modificando la sección de su región central. Estas modificaciones en el tramo medio de las vías aéreas superiores son la clave para generar tres sonidos que resultan fundamentales en nuestra comunicación oral: las vocales /a/, /i/ y /u/. La importancia de estas vocales estriba en que son muy fáciles de producir, lo que hace que las podamos pronunciar muy deprisa, y porque son muy fácilmente inteligibles. Dos características básicas para una buena comunicación: velocidad de emisión y facilidad de recepción.

Pertrechados de este conocimiento, podemos abordar el problema del origen del lenguaje a partir del estudio de los fósiles. Si

podemos establecer que en una especie fósil su laringe ocupaba una posición baja en el cuello, tendremos que admitir que dicha especie hablaba. Ahora bien, la laringe está formada por cartílagos y está sostenida por músculos, todos ellos tejidos blandos que no fosilizan. ¿Cómo podemos, entonces, los paleontólogos, determinar su posición en el cuello? Disponemos de algunas claves anatómicas sobre la posición de la laringe en la región de la base del cráneo, de manera que si contamos con bases de cráneo fósiles en buenas condiciones y además huesos hioideos, que es el hueso de la base de la lengua y que está en conexión anatómica con la laringe, un paleontólogo puede hacer una aproximación muy razonable a la posición de la laringe en los humanos del pasado.

Se dispone de buenos fósiles de los primeros homínidos, que vivieron en África entre hace cinco y dos millones de años, a partir de los cuales se ha reconstruido la anatomía de sus vías aéreas superiores, llegándose a la conclusión de que eran iguales que las de un chimpancé. De modo que pensamos que los primeros homínidos, hasta hace dos millones de años, no hablaban y de que su mente no era como la nuestra. Y ¿qué ocurrió después? Pues desgraciadamente hasta hace poco no se disponía de nin-



Foto 4

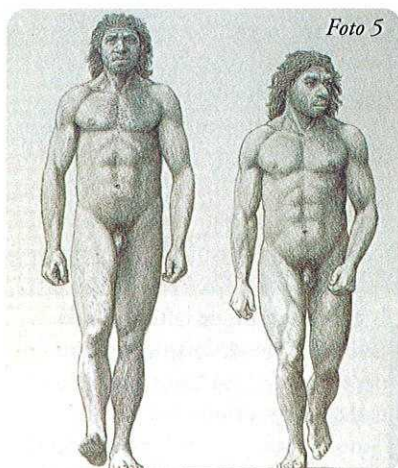
gún registro fósil fiable para hacer estudios con una base razonable. En concreto, esta falta de fósiles hacía muy difícil el poder establecer si los neandertales, una especie humana que vivió fundamentalmente en Europa entre hace 120.000 y 30.000 años, hablaban o no. La mayor parte de las polémicas al respecto estaban basadas en estudios sobre la base del cráneo de uno de los fósiles más conocidos del mundo (Foto 2): "el Viejo de la Chapelle-aux-Saints", un neandertal de hace alrededor de 60.000 años cuya base del cráneo está muy mal conservada.

Afortunadamente, hay un lugar en el mundo donde los hallazgos de fósiles humanos pueden calificarse de excepcionales. Ese lugar está muy cerca de aquí, un poquito más al sur, apenas a doce kilómetros de la ciudad de Burgos. Se trata de la Sierra de Atapuerca. En la ladera meridional de la Sierra de Atapuerca se abre la entrada a una cueva conocida como la Cueva Mayor (Foto 6). A unos seiscientos metros de dicha entrada (Foto 3) se encuentra una sima a cuyo pie está el yacimiento más rico en fósiles humanos de que se tiene noticia en el mundo: la Sima de los Huesos, cuya excavación e investigación es dirigida por el Profesor **Juan Luis Arsuaga**. La antigüedad de esta sima ha sido establecida, por métodos físicos y análisis paleontológicos, en alrededor de 300.000 años. En este yacimiento se han encontrado, a lo largo de diecisiete campañas de excavación, más de 3.000 fósiles humanos, que constituyen aproximadamente el 90% de todos los fósiles humanos que se conocen en el mundo para un periodo que abarca tres cuartos de millón de años (Foto 4).

Hay 30 individuos, de ambos sexos y diferentes edades de muerte, representados en la colección de fósiles humanos de la Sima de los Huesos, que incluye tres cráneos muy completos junto con numerosos huesos de la columna vertebral, de las extremidades y de la cadera. A partir de

esta impresionante documentación fósil, hemos podido reconstruir, con gran rigor, cómo sería el aspecto físico de una de las personas que vivieron hace 300.000 años en la Sima de los Huesos (Foto 5): ese individuo mediría algo más de 170 cm y su peso corporal excedería los 90 kg (entendido como su peso ideal), realmente su cuerpo era muy grande.

Al disponer también de cráneos muy completos, también podemos establecer el peso de sus encéfalos. Ahora, por fin podemos saber los índices de encefalización de los huma-



Nuestro cerebro es único entre los del resto de animales porque es un cerebro simbólico.

nos en un tramo de la evolución humana, del que antes comenté que no se disponía de información hasta hace poco. Y estos son los resultados de las investigaciones en la sima de los Huesos. Hace cuatro millones de años los primeros homínidos, los australopitecos, tenían un cerebro que era aproximadamente 2,4 veces más grande que el de un mamífero de su peso. Pero esto no es una cifra especialmente elevada porque ese es el tamaño del cerebro de un chimpancé. Dos millones de años después, aparecieron los primeros seres humanos, representados por la especie *Homo*

habilis, en los que el tamaño del cerebro había aumentado sin que lo hiciera también el tamaño del cuerpo; es decir, hubo un incremento neto en tamaño del cerebro, no asociado a variación alguna del peso corporal.

Medio millón de años después apareció otra especie, el *Homo ergaster*, en la que el tamaño del encéfalo volvió a aumentar, pero este incremento fue correlativo con un aumento en el tamaño del cuerpo: sencillamente, los humanos se hicieron más grandes en todo, manteniéndose el valor del coeficiente de encefalización, que era casi de tres, o dicho de otro modo, un encéfalo tres veces mayor del que le correspondería a un mamífero de nuestro peso. Un millón setecientos mil años después, en la época de la Sima de los Huesos, el tamaño del cuerpo se había mantenido pero el encéfalo había sufrido un incremento notable, con un valor del índice de encefalización cercano a 3,5. Finalmente, fue en los últimos 500.000 años cuando se produjo una vertiginosa aceleración en el crecimiento del encéfalo. En ese momento aparecieron dos especies humanas, la nuestra y los neandertales, y en ambos casos el encéfalo aumentó mucho de tamaño.

En el caso de los neandertales, el encéfalo aumentó un poco más, pero mientras los neandertales mantuvieron un cuerpo grande, en el caso de nuestra especie el aumento del encéfalo fue acompañado de una disminución del tamaño del cuerpo, nos hicimos un poco más enclenques, de manera que alcanzamos un índice de encefalización algo superior al de los neandertales.

Por otra parte, uno de los cráneos hallados en la Sima de los Huesos tiene su región basal prácticamente indemne y además también hemos encontrado dos huesos hioides, lo que nos permite estudiar la posición de la laringe en los homínidos de la Sima de los Huesos. Nuestras conclusiones apuntan a que los humanos de hace 300.000 años de la Sima de los

Huesos ya eran capaces de hablar, porque ya se había producido el descenso de la laringe. Ahora bien, el conjunto del aparato fonador de los humanos de la Sima de los Huesos no era completamente igual al nuestro en cuanto a anatomía y eficacia. Hablaban sí, pero no como nosotros.

Hasta aquí, hemos atendido al proceso biológico que determinó la aparición de nuestra mente tecnológica. Volvamos ahora nuestra vista hacia el proceso cultural. Es difícil elegir cuáles fueron los grandes momentos, los grandes descubrimientos tecnológicos de la prehistoria, que nos pusieron en el camino que hoy estamos recorriendo, pero, a mi juicio, hay dos que descuellan entre los demás. El primero fue el descubrimiento de los filos y puntas, que se obtienen al romper las piedras de una manera especial y deliberada. Este hallazgo marca el principio de lo que podríamos llamar el comienzo de la

sociedad industrial. Los humanos empezamos a fabricar cosas, instrumentos, para aprovechar mejor los recursos del ambiente, en concreto la carne. Los homínidos no tenemos colmillos, ni garras, que nos permitan rasgar las pieles de los grandes herbívoros. Es un recurso que nos estaba vetado, pero al que pudimos acceder gracias a la talla de la piedra. La carne es un alimento de alta calidad energética y el poder consumirlo con regularidad nos permitió cambiar de nicho ecológico. Fue una auténtica revolución.

Desde las primeras industrias líticas, muy toscas, en las que las personas que tallaban las piedras sólo buscaban la obtención de un filo, sin haber estandarizado la secuencia de gestos necesarios para conseguir una herramienta, los seres humanos perfeccionaron la talla de la piedra hacia técnicas más complejas y estandarizadas. En otras palabras, avanzaron en el camino de la tecnología.

Nadie duda que la aparición de la industria lítica es la primera de las grandes revoluciones tecnológicas; el problema es decidir cuál es la otra, puestos a elegir dos. ¿Quizá fue la tecnología del fuego o la capacidad de matar a distancia? En mi opinión, el otro gran acontecimiento tecnológico, que sentó las bases de la sociedad de la información, fue cuando aprendimos a plasmar nuestro mundo interior, nuestros conceptos, nuestras ideas, en un sustrato material; cuando empezamos a pintar en las paredes de las cuevas. Hace 30.000 años desde que se realizaron las primeras pinturas rupestres, en el sur de Francia y el norte de España, y hoy seguimos congregándonos en las cuevas (ahora artificiales) y seguimos plasmando en sus paredes, ahora con proyectores, nuestras ideas para planificar nuestro futuro y para ponernos de acuerdo en cómo llevarlo a cabo. A partir de entonces, la evolución tecnológi-

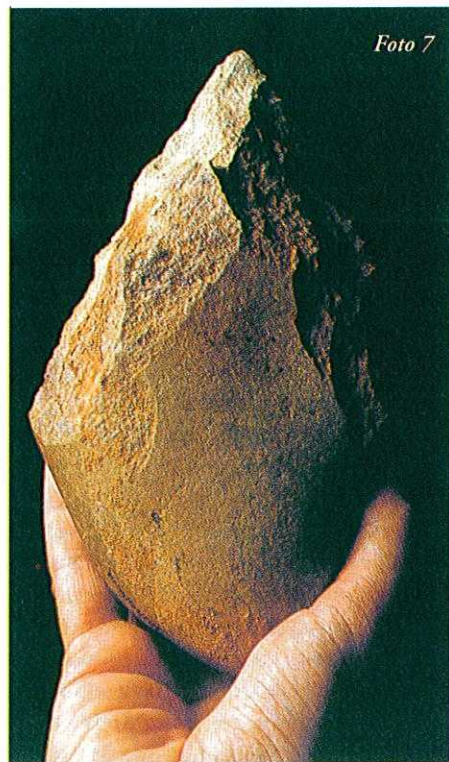


Foto 7

ca y cultural sufrió una aceleración vertiginosa.

Sin duda es muy satisfactorio pensar que el impulso más fuerte de la tecnología nació a la vez que el arte. Vivimos en una sociedad que acostumbra a separar los conceptos de arte y tecnología, y, sin embargo, siempre han estado acompañados. Yo, por mi parte, creo que no existe la mente tecnológica del hombre, como no existe la mente artística del hombre; lo que sí existe, a mi entender, es la mente creativa del ser humano, en la que el arte y la tecnología van asociados, son indisolubles. Esta piedra fue tallada hace medio millón de años (Foto 7) y la mente que guió la mano que la talló no sólo estaba buscando la funcionalidad de la piedra, un filo y una punta, sino que, sin duda, se complacía en hacer un objeto bello, un objeto simétrico. Y hay piedras talladas como ésta, y mucho más hermosas aún, que tienen cerca de un millón y medio de años. Desde nuestro origen, los seres humanos no podemos evitar hacer cosas hermosas, a la vez que prácticas, que tengan diseño. ■

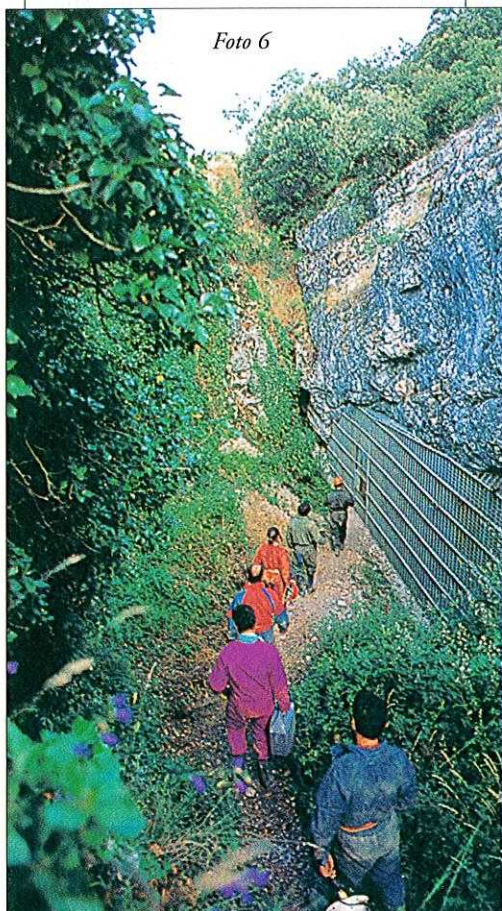


Foto 6