

**LA HIPÓTESIS DEL PASO POR EL ESTRECHO DE GIBRALTAR POR LOS HOMININOS
EN EL PLEISTOCENO INFERIOR REVISADA A LA LUZ DE LOS
NUEVOS DATOS PUBLICADOS GEOLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS**

**THE HYPOTHESIS OF THE CROSSING THROUGH THE GIBRALTAR STRAIT BY HOMININS
IN THE EARLY PLEISTOCENE REVISED IN THE LIGHT OF
NEW GEOLOGICAL AND OCEANOGRAPHIC DATA**

Eulalia GARCÍA-NOS^{1*}, Sergio RIPOLL LÓPEZ^{1} y Francesc RIBOT TRAFÍ^{2***}**

¹ Departamento de Prehistoria y Arqueología. Facultad de Geografía e Historia. UNED. Calle Senda del Rey, nº 7. Madrid

² Museo Municipal de Prehistoria y Paleontología Dr. Gibert. Calle Las Tiendas, s/n. (Orce) Granada

* Autor para correspondencia: Eulalia García-Nos

* Correo electrónico: olayagarcia.nos@gmail.com

** Correo electrónico: sripoll@geo.uned.es

*** Correo electrónico: fribottrafi@hotmail.es

Resumen: La discusión sobre las rutas seguidas por los homínidos africanos para llegar a Europa durante el Pleistoceno temprano se convierte en un tema controvertido cuando las rutas implican cruzar vías marítimas. Durante décadas, tales vías fueron objeto de un largo debate que continúa hoy, rechazado por buena parte de la comunidad científica. Sin embargo, los descubrimientos recientes, en antiguos sitios arqueológicos tanto del sur de la península ibérica, norte de África, Asia y la Isla de Flores, han proporcionado nuevas perspectivas y han cuestionado seriamente los paradigmas aceptados durante muchos años. Además, los estudios geodinámicos recientes en lugares relevantes, como el estrecho de Gibraltar o el mar de Alborán, han cambiado los conceptos con respecto a si los primeros homínidos del Pleistoceno inferior pudieron cruzar estas vías marítimas hacia Iberia y, por lo tanto, hacia Europa. Aquí realizamos una revisión de las rutas mencionadas y proporcionamos nuevos datos publicados recientemente que refuerzan la hipótesis de las migraciones a través de estos trayectos marítimos.

Palabras Clave: Dispersiones humanas, Pleistoceno inferior, estrecho de Gibraltar, Rutas marítimas, mar de Alborán.

Abstract: The debate on the routes followed by African hominins on their way to Europe during the Early Pleistocene has become a controversial subject when it comes to crossing seaways. For decades, such ways have been a matter of discussion rejected by most of the Scientific Community. However, recent findings at ancient archaeological sites in the south of the Iberian Peninsula, north of Africa, Asia and the Flores Island have provided a new perspective and have seriously questioned those paradigms accepted for a long time. In addition to this, recent geodynamic research at outstanding sites as the Gibraltar Strait and the Sea of Alboran have changed conceptions of Early Pleistocene hominins being able to cross the sea on their way to Iberia and, therefore, to Europe. For this work, we have revisited the forementioned seaways and provided them with new recently-published data which reinforce the hypothesis of migration through these maritime ways.

Keywords: Human Dispersion, Early Pleistocene, Gibraltar Strait, Seaways, Sea of Alboran.

Sumario: 1. Introducción. 2. Posibles rutas de dispersión hacia Europa. 3. Las rutas marítimas en el contexto de las dispersiones: nuevos datos publicados geológicos y oceanográficos sobre el estrecho de Gibraltar y el mar de Alborán. 3.1. El estrecho de Gibraltar. 3.2. Formación del estrecho de Gibraltar. 3.3. La batimetría del estrecho de Gibraltar. 3.4. Corrientes marinas. 3.5. El mar de Alborán. 4. El Canal de Sicilia. 5. La llegada de los homínidos a la isla de Flores: un caso paradigmático. 6. Conclusiones. 7. Agradecimientos. 8. Bibliografía.

Fecha de recepción del artículo: 30-XI-2018. Fecha de aceptación del artículo: 30-III-2019

1. Introducción

Se acepta de manera general que el origen del ser humano se encuentra en África. Sin embargo, el momento que llevó a los homínidos a salir del continente sigue planteando varios interrogantes, como por ejemplo: ¿por qué salieron de su entorno?, ¿cuándo se llevaron a cabo estos movimientos migratorios? y, por supuesto, ¿qué rutas utilizaron para marchar hacia lugares desconocidos?

Hay que tener presente que la presión selectiva que forzó la salida del género *Homo* de África estuvo condicionada por los siguientes factores: proximidad de los recursos alimenticios; proximidad de masas de agua (cursos fluviales o lagos) que posiblemente debieron seguir, y alejamiento de los lugares donde la aridez y las temperaturas fuesen extremas (Iglesias *et al.*, 2003). Sin duda alguna, el proceso de dispersión homínida por Europa es uno de los temas más fascinantes en lo que se refiere a la historia de la humanidad. Se sabe que los cambios climáticos se han sucedido de forma continuada y cíclica a lo largo de la historia geológica y, dichos cambios, han causado modificaciones en los entornos ambientales; los más destacados para este estudio tuvieron una gran influencia en la evolución de los homínidos (de Menocal, 1995) y se sucedieron hace entre 3 y 2,7, entre 1,9 y 1,6 y, entre 1,2-0,9 Ma (Figura 1). Centrándonos en las dispersiones, a 1,8 Ma *Homo* se dispersa de África hacia Asia: el clima más templado que había dominado el Plioceno superior terminó a partir de la citada cronología para pasar a un ambiente más hostil al producirse un aumento de la aridez (Uriarte, 2010), que pudo provocar la aparición de nuevas estrategias de supervivencia en los homínidos que habitaban allí. De esta manera, el cambio climático pudo ser una de las causas que favoreció la salida de *Homo* de África.

Según los datos publicados, los yacimientos más antiguos con presencia humana en Europa se encuentran en Orce -aunque Carbonell *et al.* (2014) dataran Sima del Elefante en 1,3 Ma, Muttoni *et al.* (2013) y Gibert *et al.* (2016), hacen notar la existencia de errores metodológicos en la aplicación de los datos cosmogénicos y en la interpretación de la fauna y el paleomagnetismo, y proponen una datación para este yacimiento de alrededor de 0,9 Ma -donde *Homo* está asociado a industria lítica Olduvayense y a dos taxones de origen africano, *Hippopotamus antiquus* y *Equus altidens* (Alberdi y Ruiz Bustos, 1985; Gibert *et al.*, 2002). La presen-

cia de *Homo*, así como la de *E. altidens* y de *H. antiquus* se documentan por primera vez en Europa en el yacimiento de Venta Micena, sugiriendo una dispersión algo anterior a 1,3 Ma, con los homínidos portadores de industria Olduvayense. En Europa, el Achelense más antiguo tiene una antigüedad de 0,9 Ma y se encuentra también en el sureste de la Península Ibérica, en Cueva Negra del Estrecho del Río Quípar, Caravaca de la Cruz (Murcia) y algo más reciente en el yacimiento de Solana del Zamborino, en Granada, con una edad de 760 ka (Scott y Gibert, 2009). Por otro lado, con la misma datación que Cueva Negra, 0,9 Ma (Gibert *et al.*, 2015), está el yacimiento de Cueva Victoria, en Cartagena, que ha aportado una falange humana y es el único en Europa con restos del primate africano *Theropithecus oswaldi leakeyi* (Gibert *et al.*, 1995; Ferrández-Cañadell *et al.*, 2014; Ribot *et al.*, 2016). Los datos publicados en las últimas dos décadas, y, de forma especial las recientes aportaciones de la geología y en particular la oceanografía, muestran que la ruta a través de Gibraltar no solo es una hipótesis válida, sino que probablemente es la que mejor explica el registro arqueológico y paleontológico disponible. A pesar de que el trayecto por el estrecho de Gibraltar no está ampliamente admitido, hay que tener presente que hay otro paso marítimo perfectamente aceptado, el de la isla de Flores hace alrededor de 1 Ma, en el que los homínidos tuvieron que pasar un brazo de mar de unos 20 km. de distancia.

2. Posibles rutas de dispersión hacia Europa

Acerca de la(s) ruta(s) que siguieron estos homínidos para alcanzar Europa desde África, hay varias hipótesis, aunque las dos con mayor aceptación son: la ruta a través del corredor de Levante y circunvalando el Mediterráneo -actualmente la más aceptada- (O'Regan *et al.*, 2008; Belmaker, 2010; Muttoni *et al.*, 2010, 2014; Carbonell *et al.*, 2014), y la ruta a través del estrecho de Gibraltar (Alimen, 1979; Gibert *et al.*, 1986, 1989, 2003, 2008; Iglesias *et al.*, 1998, 2004; Manzi, 2001; Abbate y Sagri, 2012). Asimismo, se han propuesto otras, pero con poca aceptación, como la ruta a través del Canal de Sicilia (Alimen, 1972; Abbate y Sagri, 2012) o una llegada a Europa desde China (Carbonell *et al.*, 2005; Martín-Torres *et al.*, 2007).

Hay que tener presente que la primera dispersión homínida se realizó dentro de la misma África

La hipótesis del paso por el estrecho de Gibraltar por los homínidos en el Pleistoceno Inferior revisada a la luz de los nuevos datos publicados geológicos y oceanográficos

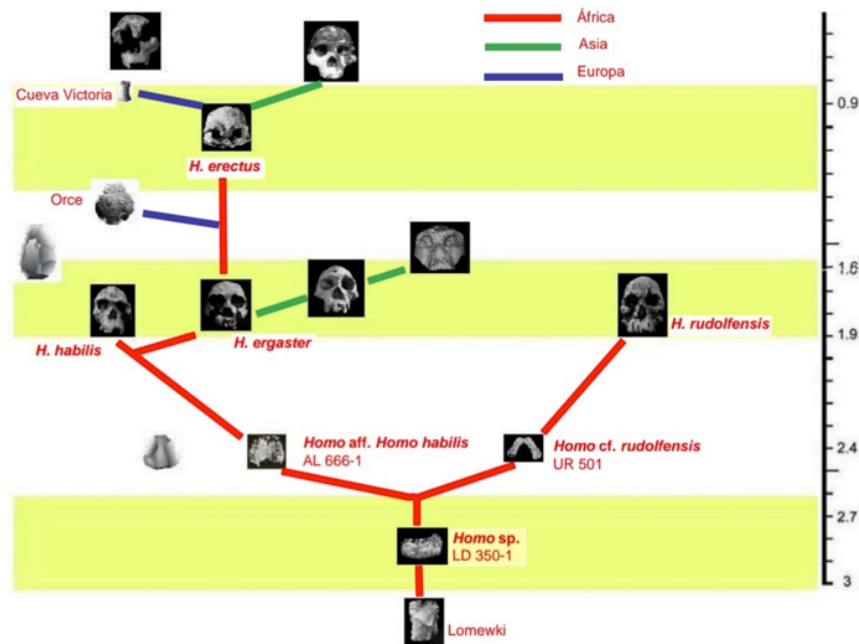


Figura 1. Registros de los cambios progresivos en la variabilidad del clima africano y el aumento de la aridez (franjas anchas amarillas) después de 3,0-2,6 Ma, 1,9-1,6 Ma y 1,2-0,8 Ma. A 3,3 Ma se registra la primera industria lítica en Lomekwi; a 2,8 Ma los primeros restos atribuibles a *Homo* en Ledi Geraru, de estos pudieron evolucionar las dos formas primitivas de este género, *H. rudolfensis* y *H. habilis*, y de este último, *H. ergaster* (todo ello en el período de aridez de 1,9-1,6 Ma). *H. ergaster* sería el protagonista de la primera dispersión, a 1,8 Ma hacia Asia y en 1,5-1,4 a Europa (concretamente llegan a 1,3 Ma a la zona de Orce). Una segunda dispersión sería la protagonizada por *H. erectus*, y que saldría de África hacia Europa y Asia alrededor del millón de años. Elaboración propia (F.R.T).

ca, desde África oriental hasta el norte, probablemente siguiendo el río Nilo hasta su delta. De allí se dividiría en dos ramas, una que fue al este, hacia Asia meridional, y otra que siguió el litoral mediterráneo y se mantuvo al sur del desierto del Sahara hasta alcanzar el Atlántico (Iglesias *et al.*, 2004; Mirazón Lahr, 2010). Otros investigadores, sin embargo, inciden en una dispersión desde la parte oriental de África hacia Asia meridional (Dennell, 2008, 2010). Por último, existen hipótesis que se inclinan hacia la posibilidad de que fueran varias oleadas de grupos homínidos las que fueran saliendo hacia Europa (Aguirre y Carbonell, 2001; Gibert *et al.*, 2016) o una única salida que fue directamente hacia la zona del Cáucaso, en Georgia, registrada en el yacimiento de Dmanisi (Agustí, 2003). La presencia humana más antigua en Europa se encuentra en la zona del sudeste de la Península Ibérica, concretamente en los yacimientos de Orce (Venta Micena, Barranco León 5 y Fuente Nueva 3), con una datación aproximada de 1,3 Ma (Scott *et al.*, 2007; sin embargo, Oms *et al.*, 2000, 2003, 2010, proponen una edad de 1,4 Ma). Aunque la

llegada de los homínidos a esta zona a través de la ruta levantina es la hipótesis que actualmente tiene más aceptación, desde nuestro punto de vista, dicha ruta presenta una serie de limitaciones que dificultan su aceptación: a) la presencia de barreras naturales (Gibert *et al.*, 1997, 2016; Muttoni *et al.*, 2010), y sobre todo b) la falta de evidencia de presencia humana incuestionable a lo largo de esta ruta, anterior a 1 Ma. La presencia de barreras naturales es un elemento muy importante. En primer lugar, a la entrada de la península de Anatolia se encuentran las montañas Antitaurus y Taurus; en segundo lugar, están los Cárpatos, que cierran la entrada a la llanura húngara; en tercer lugar, los Alpes, entre la llanura húngara y el valle del Po; y, por último, los Alpes Marítimos y los Pirineos, que dificultan la entrada a la Península Ibérica. Además, la entrada en el suroeste de Europa se tendría que realizar a través del Valle del Po, que está situado entre los Apeninos al sur, los Alpes al norte y oeste, y el mar Adriático al este, y es una de las áreas más extensas de Europa en lo que a tierras bajas se refiere, por lo que deviene una zona de

paso obligado para los homínidos y otros mamíferos en su travesía circummediterránea hacia el oeste durante el Pleistoceno inferior. Sin embargo, hay un problema muy importante y que hay que tener presente, antes de 0,87 Ma el Valle del Po estaba sumergido bajo el mar Adriático (Muttoni *et al.*, 2010), y solo se aprecia una línea de costa, más o menos escarpada, que de momento es imposible de reconstruir y situar. A partir de esa fecha empezaría el inicio de la sedimentación continental (Scardia *et al.*, 2006; Muttoni *et al.*, 2010, 2011), por lo que el paso por este lugar era impracticable o muy difícil para los homínidos anteriormente.

Por tanto, a 0,87 Ma las aguas ya estarían bajando y el paso empezaría a ser practicable. Como se puede observar, el inicio de la posibilidad de paso por esta zona (a partir de 0,87 Ma) es muy posterior a las dataciones de los yacimientos con presencia humana del sudeste de la Península Ibérica (Orce, 1,3 Ma), por lo que habría que buscar una ruta alternativa al paso por el Valle del Po anterior a 1,3 Ma. La única que parece posible sería el paso por el norte de los Cárpatos y los Alpes; pero dicho paso no sería factible debido a las temperaturas muy bajas que se originaron por la cercanía de la capa de hielo fenoscandiano (Gibert, 2010; Muttoni *et al.*, 2010, 2011). Por otro lado, la ausencia de evidencias sólidas de depósitos con presencia humana por debajo de 1 Ma en el centro de la Europa mediterránea viene a sumarse a las dudas ya expuestas sobre la ruta circummediterránea.

Por lo que respecta al trayecto a través del estrecho de Gibraltar, también se han planteado serias dudas, como la considerable anchura del Estrecho y las fuertes corrientes (p. ej., Strauss, 2001). Pero por otro lado, hay evidencias indirectas que apoyarían este paso, como la presencia en el norte de África de yacimientos con industria modo I (igual que las industrias que se encuentran en los yacimientos de Orce), a edades de 1,77-2,0 Ma y evidencias de marcas de corte en algunos restos de fauna (localidades de Ain Boucherit, Ain Hanech y El Kherba en Argelia) -Sahnouni *et al.*, 2004, 2018; Sahnouni y Van der Made, 2009-; Ain-Beni-Mathar en Marruecos -Gibert *et al.*, 2008- asimismo, en los yacimientos de Orce se hace referencia por primera vez en Europa de los taxones *Hippopotamus antiquus*, *Equus altidens* y *Homo sp.*, todos ellos de origen africano. De igual modo, la llegada a Europa de industria modo II podría constituir una segunda oleada de dispersión humana hacia este continente. La primera presencia europea de

industria modo II se constata en el yacimiento del sudeste de la Península Ibérica de Cueva Negra del Estrecho del Río Quípar (Murcia), con 0,9 Ma (Scott y Gibert, 2009). Junto a este dato, cabe resaltar la presencia de restos humanos (falange CV-0) y de un nuevo taxón migrante de África, *Theropithecus oswaldi leakeyi* en Cueva Victoria (Cartagena) (Gibert *et al.*, 1995, 2008; Ferrández *et al.*, 2014; Ribot *et al.*, 2014), este primate solo se encuentra en Europa en dicho yacimiento -fuera de África, *T. oswaldi* se ha encontrado en 'Ubeidiya, Israel (Belmaker, 2002, 2010) datado en alrededor de 1,5 Ma (Belmaker, 2002a), y Mirzapur, India (Gupta y Sahni, 1981) datado por paleomagnetismo entre 1 y 0,1 Ma (Delson, 1993)-. Asimismo, señalar que hay presencia de modo II primitivo y del primate *T. oswaldi* en el norte de África. En Thomas Quarry en Casablanca (Marruecos) a 1-1,2 Ma se encuentra industria modo II (Geraads *et al.*, 2010), y en Tighennif (Argelia) a 0,99-1,07 Ma hay industria modo II y restos de *T. oswaldi* (Sahnouni y Van der Made, 2009). Estos datos, junto a la ausencia de Achelense temprano en Europa Central, Grecia y los Balcanes (Turloukis, 2010, 2016; Santonja y Pérez-González, 2010), constituyen un argumento más en favor de la entrada de los homínidos por el estrecho de Gibraltar (Santonja y Pérez-González, 2010; Gibert *et al.*, 2016) en una probable segunda oleada de dispersión humana hacia Europa (Figura 2). A pesar de los inconvenientes citados para el posible paso del Estrecho por los homínidos, nuevos datos geológicos y oceanográficos vendrían a reforzar la validez de la hipótesis del Estrecho como ruta de dispersión humana.

3. Las rutas marítimas en el contexto de las dispersiones: nuevos datos publicados geológicos y oceanográficos sobre el estrecho de Gibraltar y el mar de Alborán

3.1. El estrecho de Gibraltar

El estrecho de Gibraltar, aun presentando la problemática de tener que atravesar aguas marinas, ha sido una hipótesis presente en las últimas décadas, sobre todo por la cercanía entre África y Europa. Algunos investigadores fueron favorables a esta vía de paso argumentando a su favor las bajadas en los niveles marinos durante el Pleistoceno inferior, favorecidos por cambios climáticos, que redujeron la distancia entre ambas costas y la presencia de varios islotes que emergieron ante

La hipótesis del paso por el estrecho de Gibraltar por los homínidos en el Pleistoceno Inferior revisada a la luz de los nuevos datos publicados geológicos y oceanográficos

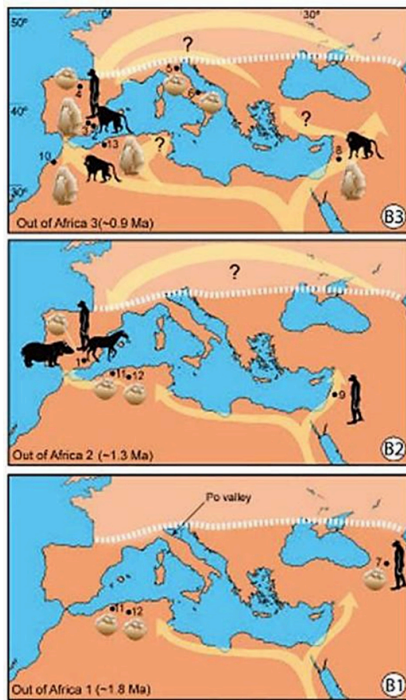


Figura 2. Escenario general para las dispersiones Afro-Europeas durante el Pleistoceno temprano, con las potenciales rutas de migración. Las localidades más relevantes se representan en el mapa con el tipo de tecnología lítica (Olduvayense o Achelense) asociada. Los tres eventos de dispersión de África a Europa postulados durante el Pleistoceno temprano. La primera dispersión, a ~1,8 Ma (B1) alcanzó el sur del Cáucaso (Dmanisi) y siguió hasta Java (Swisher *et al.*, 1994).

Una segunda dispersión a 1,4 Ma (B2), asociada a industria Olduvayense, *Hippopotamus antiquus*, *Equus altidens*, y *Homo sp.*, estaría registrada en el sudeste de España (Gibert *et al.*, 2006; Scott *et al.*, 2007). La tercera dispersión (B3) tuvo lugar entre Jaramillo y Brunhes (~0,9 Ma), probablemente durante el episodio isotópico MIS 22, cuando el nivel del mar bajó más de 100 m. Este episodio también está registrado en el sudeste ibérico, con restos de homínidos asociados a *Theropithecus* y las primeras evidencias de la tecnología Achelense en Europa (Scott y Gibert, 2009). La situación del primer registro de especies y tecnología lítica de origen africano en el sudeste ibérico a dos edades diferentes sugiere que el estrecho de Gibraltar fue una barrera permeable durante al menos dos momentos del Pleistoceno temprano. La dispersión transcaucásica por encima de los 42° puede descartarse por las condiciones climáticas. La ruta alternativa a través de la península anatólica debería vencer una serie de importantes barreras orográficas (Antitaurus, Taurus, Cárpatos, Alpes y Pirineos). La ruta a través del Valle del Po permitiría alcanzar la Península Ibérica sin cruzar los Alpes, pero este valle estuvo sumergido hasta la regresión asociada al MIS 22 hace 0,87 Ma (Muttoni *et al.*, 2011, Santangelo *et al.*, 2012). Modificada de Gibert *et al.* (2016).

la disminución del nivel del mar (Alimen, 1975; Gibert *et al.*, 1986, 1989, 2003, 2008; Martinet y Searight, 1994; Giles Pacheco y Santiago Pérez, 1987; Iglesias *et al.*, 1998; Tobias, 2002; Gibert, 2004; Abate y Sagri, 2011; Ramos, 2012, 2014; Ferrández-Cañadell *et al.*, 2014; Gibert *et al.*, 2015, 2016). De esta manera, los citados investigadores se fijaron en la zona que menos distancia tiene actualmente el estrecho, 14,4 km que pudo reducirse a unos 7 u 8 km con esas bajadas glacioeustáticas; es decir, la zona que va desde Punta Cires hasta Tarifa (Figura 3). Sin embargo, este tramo, aunque sea ciertamente el más corto, tiene algunos problemas, como se irá viendo a lo largo del epígrafe cuando se analice su geodinámica. Por todo ello, el Estrecho es el enlace entre las aguas del océano Atlántico y las del mar Mediterráneo. Las aguas de este último son más densas que las del Atlántico debido a la fuerte evaporación a la que están sometidas (González-Vida *et al.*, 2008). El intercambio de aguas que se sucede es complejo y podría denominarse como un proceso invertido ya que las aguas mediterráneas, más densas, se desplazan por zonas profundas hacia el oeste y las del océano Atlántico funcionan al contrario, fluyen en superficie hacia el este por encima de las mediterráneas al ser menos densas que estas se produce lo que se denomina como circulación bicapa (Romero Cózar, 2014).

3.2. Formación del estrecho de Gibraltar

En cuanto a la propia creación o formación del Estrecho, existen varias teorías siendo la más común la que viene ligada a la Crisis de Salinidad del Messiniense, cuando hace aproximadamente 5 Ma el mar Mediterráneo fue quedando aislado sin recibir aportes de agua ya que dichos aportes los recibía por medio de dos corredores, unos estrechos que se hallaban situados uno al sur de Antequera y el otro al norte del Rif. Por ellos se conectaban las aguas mediterráneas y atlánticas, pero por movimientos orogénicos se fueron cerrando, lo que condujo a la citada Crisis de Salinidad y a la mal denominada desecación del Mediterráneo, ya que este mar realmente nunca se secó por completo, aunque sí disminuyó su nivel marino unos 1.700 m. como mínimo. El proceso parece que duró entre 600.000 y 350.000 años antes de que volviera a conectarse el Atlántico con el Mediterráneo a través de la formación del estrecho de Gibraltar (Luján *et al.*, 2011). Recientes investigaciones en

la zona sugieren que en su formación han tenido un papel relevante las fallas. En efecto, hay constancia de una serie de fallas en la zona del Umbral de Camarinal, el lugar donde menos profundidad registra el Estrecho. Se han detectados dos fallas, una al norte denominada falla de Hércules, y otra al sur, la llamada falla de Tarik. Dichas fallas pudieron haber sido las causantes de la creación del Estrecho o, por lo menos, haber contribuido a su formación. Otros investigadores (Loget *et al.*, 2005) no aceptan que el proceso estuviera ligado a las fallas; por el contrario, lo atribuyen a la gran erosión que tuvo lugar en dirección hacia el mar Mediterráneo.

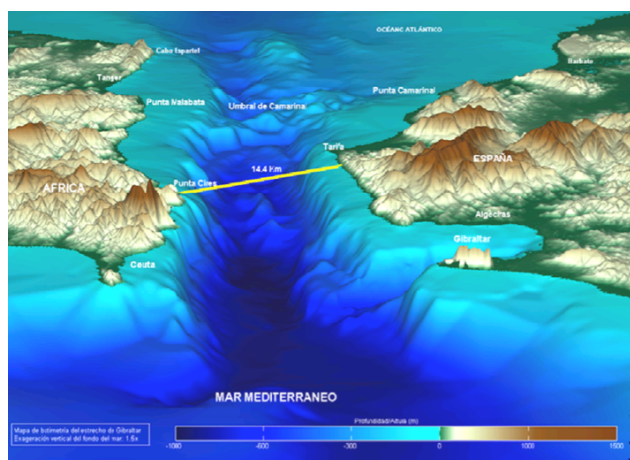


Figura 3. Batimetría del estrecho de Gibraltar en 3D con exageración vertical del fondo del mar. Calero Quesada, M^a. C.; Sánchez Garrido, J. C.; García Lafuente, J. (sin fecha).

3.3. La batimetría del estrecho de Gibraltar

La batimetría del estrecho de Gibraltar tiene una morfología muy abrupta por los procesos que en sus fondos se fueron sucediendo de tipo tectónico donde se observan una serie de montes submarinos y zonas profundas con elevaciones en todo su eje central. El Estrecho puede decirse que tiene dos zonas diferenciadas, una que linda con el mar de Alborán y la otra entronca con el océano Atlántico. De esta manera tiene unos tramos divididos por dos umbrales: el Umbral de Camarinal y el Umbral de Espartel, en ellos se aprecian una serie de montes y crestas muy interesantes que se irán comentando seguidamente. De igual modo, es sabido que la profundidad del Estrecho es variable, alcanzando su punto álgido en la zona más an-

gosta entre ambas orillas, la de más corta distancia es la más profunda pudiendo alcanzar en algunos puntos casi el kilómetro de profundidad, como ya se indicó anteriormente. En la figura 3 adjunta se señala la distancia mencionada de 14,4 km actuales y se observa la profundidad en esa zona que va aminorando conforme se avanza hacia el oeste donde empieza el Umbral de Camarinal apreciándose los tramos donde se localizan los montes submarinos. Casi lindando con el océano Atlántico, se define la zona del Umbral de Espartel, el último bastión del estrecho de Gibraltar. Hay que tener presente que, desde su formación, el Estrecho ha sufrido transformaciones en su anchura y en su profundidad, ciertamente condicionada por el clima del momento y las fluctuaciones del nivel del mar (Díaz del Río Español, 2008).

Ya se ha comentado la zona más profunda del Estrecho siendo la que menos distancia recoge entre las dos orillas, lindando con el Mediterráneo, concretamente con el mar de Alborán. Este lugar presenta el inconveniente de que ni en los picos glaciares más altos donde se reduciría el nivel del mar de manera importante, podrían haber emergido islotes en esta zona ya que, aunque existe en el fondo un monte submarino al oeste de la Cuenca de Gibraltar, éste se halla a una profundidad de unos 450 m., por tanto, ni con bajadas de 120 m. podría haber salido a superficie (Luján *et al.*, 2011). Resulta, sin embargo, muy interesante el Umbral de Camarinal, con una distancia actual de unos 28 km aproximadamente y con una profundidad mucho menor, por debajo de los 200 m. Este Umbral es un fondo marino que contiene unos altos topográficos, fruto probablemente de la erosión de la masa de agua atlántica irrumpiendo en el Mediterráneo, aunque existen indicios de que dicho Umbral tiene un origen tectónico (Luján *et al.*, 2011). En el mapa batimétrico (Figura 4) se detallan los accidentes que existen, siendo de interés para este trabajo tres de ellos: el Monte Seco, el Monte Tartesos y la Cresta Kmara. Del estudio de las profundidades de estos altos topográficos junto con las bajadas de los niveles marinos se sugirió en un principio, que tal vez los tres accidentes no emergieron en conjunto sino probablemente solo uno de ellos, concretamente el denominado Monte Seco. Este monte está a una profundidad actual de 85-90 m. El Monte Tartesos se ubica a 155 m. de profundidad y, por último, la Cresta de Kmara, se halla a 145 m. (Esteras *et al.*, 2000; Luján *et al.*, 2009). Esto indica que con una bajada generalizada de entre 100 y

110 m. del mar en el Pleistoceno inferior, el Monte Tartesos y la Cresta de Kmara no podrían haber emergido, en principio, en superficie por la profundidad a la que se hallan. El panorama cambia sustancialmente con el Monte Seco ya que, como se señaló, este se halla situado entre los 85-90 m. de profundidad. Es evidente que en momentos de periodo interglacial el islote volvería a sumergirse bajo el mar. Sin embargo, hay que tener presente varias cuestiones en cuanto a si el Monte Tartesos y la Cresta Kmara pudieron, o no, emerger durante épocas glaciares: la altura de estos altos topográficos posiblemente sea menor actualmente, pueden haberse erosionado con el tiempo (Palomino *et al.*, 2009) ya que hay que tener presente la topografía del Estrecho. Otro punto importante es que la altura de los montes puede haber variado por la tectónica, como se discute a continuación, ya que la existencia de fallas normales detectadas en el fondo marino, pueden indicar que estos montes podrían haber sido más altos, por tanto, con bajadas glacioeustáticas de 120 m. como indica Elderfield *et al.* (2012) durante el MISS 22, el panorama pudo cambiar sustancialmente. Por todo ello debe barajarse la posibilidad de que la tectónica de las fallas mencionadas, Hércules y Tarik, de alguna manera hubieran podido contribuir al levantamiento de esos altos topográficos. Las fallas normales están generadas por extensión; si existe contexto extensivo y fallas normales, quizá lo que han producido es hundir estas zonas elevadas que antes pudieron ser más altas.

3.4. Corrientes marinas

Otro de los problemas argumentados en contra de un cruce por mar en las dispersiones homínidas para épocas tan tempranas es el de las corrientes marinas que tiene el Estrecho. Estas corrientes de marea son fuertes, pero no tienen la misma intensidad en todo su recorrido. Ya se indicó que el proceso de intercambio de aguas se denomina bicapa (Vázquez López-Escobar, 2006; Romero Cózar, 2014). El agua del Mediterráneo es más salada y más densa que la que viene del Atlántico, por ello se hunde en profundidad excavando el fondo dando lugar a cañones. Por el contrario, el agua atlántica fluye por encima de la capa mediterránea y ambas están separadas por una zona denominada interfaz. En esta interfaz la corriente es mínima, por no decir directamente nula (Calero Quesada *et al.*, s.f.), lo que ocurre es que esta superficie de ve-

locidad nula (interfaz) está a unos 100-200 m. de profundidad. Por ello, se observa un flujo entrante de agua y otro saliente; el flujo entrante viene desde el océano Atlántico, atraviesa el estrecho de Gibraltar y sale por el mar de Alborán hasta alcanzar su destino, el mar Mediterráneo (Figura 5). Este flujo atlántico entrante tiene una salinidad de entre 36 y 36.5. El flujo saliente mediterráneo se forma en invierno en el Mediterráneo oriental, desde allí atraviesa el estrecho de Sicilia y llega al estrecho de Gibraltar. Este flujo saliente tiene una salinidad de 38.5, superior al flujo entrante. Existe otro flujo que se forma en el Golfo de León, pero al llegar al estrecho de Gibraltar se mezcla con el primero y no se distinguen; por ello no es mencionado en los estudios sobre el tema (Vázquez López-Escobar, 2006). A este respecto se podría tomar en cuenta la teoría de algunos investigadores en cuanto a que una posible menor salinidad de las aguas mediterráneas en el Pleistoceno inferior provocaría unas corrientes más suaves ya que la causa de las corrientes es debido en gran parte a la diferencia de salinidad existente entre las aguas atlánticas y mediterráneas (Gibert *et al.*, 2003).

Las corrientes en el Estrecho no se localizan en todo su perímetro de manera homogénea y en ellas influyen factores como puede ser las mareas, la estación del año o el sistema de vientos dominante en la zona. Las mareas pueden ser vivas (aquellas que se producen en los ciclos lunares de luna nueva y luna llena) y muertas (las que tienen lugar en el ciclo de cuarto menguante y cuarto creciente). En fases de mareas vivas, la velocidad de la corriente en el Umbral de Camarinal es reducida; por el contrario, en las fases de mareas muertas la velocidad de la corriente aumenta en el Umbral (García Lafuente *et al.*, 2000). Otro punto interesante es cuando la marea está subiendo ya que en este momento, que ocurre entre la bajamar y la pleamar, la corriente se dirige hacia el océano Atlántico y la situación se invierte, es decir, cuando la marea está bajando, de pleamar a bajamar, se dirigirá hacia el Mediterráneo. En este proceso es importante destacar que existe un intervalo en el que la corriente se anula, esto sucede en los momentos próximos a la pleamar y la bajamar. Por tanto, media hora antes y media hora después de la pleamar o la bajamar, la corriente del Estrecho se debilita (García Lafuente, 2008). Los vientos pueden resultar peligrosos en ciertas ocasiones, predominan el viento de Levante y el de Poniente; estos vientos pueden llegar a ser muy fuertes y están condicio-

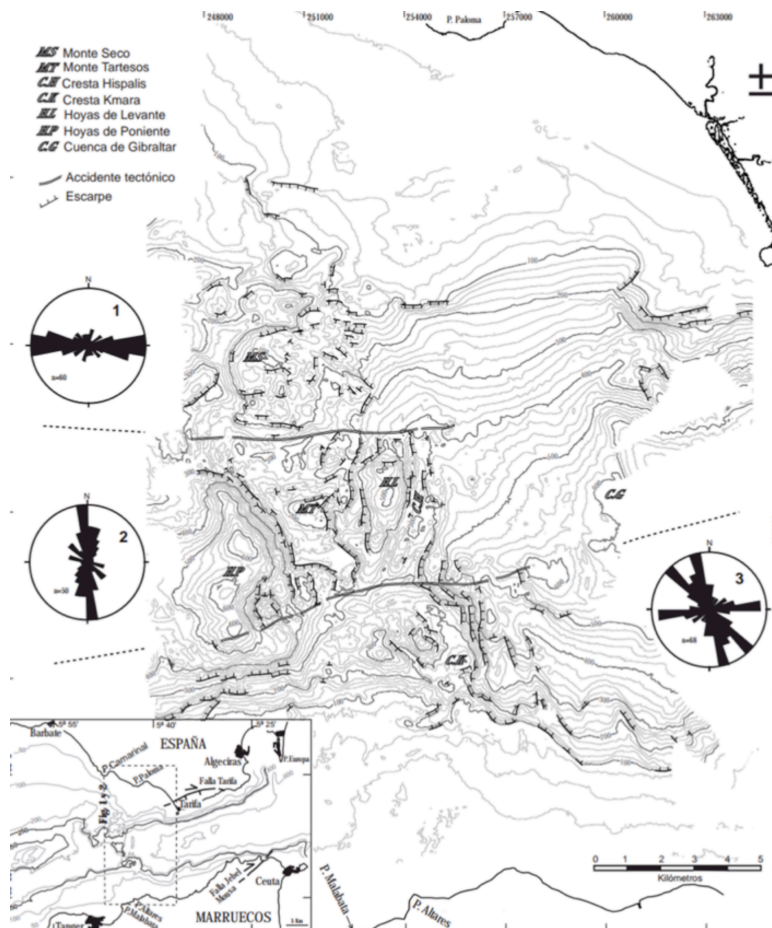


Figura 4. Mapa batimétrico del estrecho de Gibraltar donde se detalla la zona del Umbral de Camarinal. Se han resaltado los accidentes tectónicos más destacables. Luján *et al.* (2009).

nados por la orografía del entorno que les rodea. El viento de Levante puede llegar a ser fuerte en la zona de Tarifa disminuyendo considerablemente en los demás tramos del Estrecho y los vientos más fuertes se dan sobre todo en la Bahía de Cádiz. En los Ponientes, el viento se reduce de manera significativa (Delgado Cabello, 2006). Por tanto, la zona de menor corriente superficial en el estrecho de Gibraltar es la parte occidental, al oeste del meridiano de Tarifa aprox. ($5^{\circ}40'W$). Al este de ese meridiano, las corrientes tienden a ser permanentes y altas hacia el interior del Mediterráneo. Por tanto, la zona donde se recogen las corrientes más intensas y superficiales es la más estrecha (14,4 km) y la que más profundidad tiene (unos 900 m. actuales), entre Tarifa y Punta Cires. La corriente es muy fuerte con una intensidad máxima que va disminuyendo conforme se acerca al Umbral de Camarinal. Igualmente es de destacar que las mayores velocidades se alcanzan cerca de la costa,

tanto del lado africano como el peninsular, disminuyendo en las bahías (Juanes González, 2007). Extrapolando estos datos hasta el Pleistoceno inferior, se sugiere que las condiciones de corrientes debieron ser similares a las actuales, manteniendo de esta forma el tramo más corto como el más agresivo y disminuyendo conforme se acerca hasta el Umbral de Camarinal y el Umbral de Espartel. Llave Barranco indicó en su Tesis Doctoral que las mayores velocidades se registran en profundidad y no en superficie y que la corriente mediterránea saliente (MOW) en el Pleistoceno inferior circulaba en las zonas adyacentes al estrecho de Gibraltar a una velocidad muy alta, por ello iba originando superficies de erosión en el fondo marino. Pero esta corriente iría perdiendo volumen al concentrarse en las mayores profundidades, de manera que, solo una mínima parte circularía por la zona superior (Llave Barranco, 2004). Por último y lindando directamente con el océano Atlántico, se

halla el Umbral de Espartel, el cual forma parte del fondo marino del estrecho de Gibraltar y tiene un alto topográfico de considerables dimensiones, hoy sumergido por completo denominado el Banco Majuan. Este monte submarino se halla a unos 55 m. de profundidad, de manera que, con una bajada del nivel del mar de unos 100 m., emergió en superficie en forma de una casi gran península y recordemos que se halla en el tramo de corrientes mucho menos fuertes (comunicación personal con el Dr. Jesús García Lafuente, catedrático del Departamento de Física Aplicada II, Universidad de Málaga, 2018).

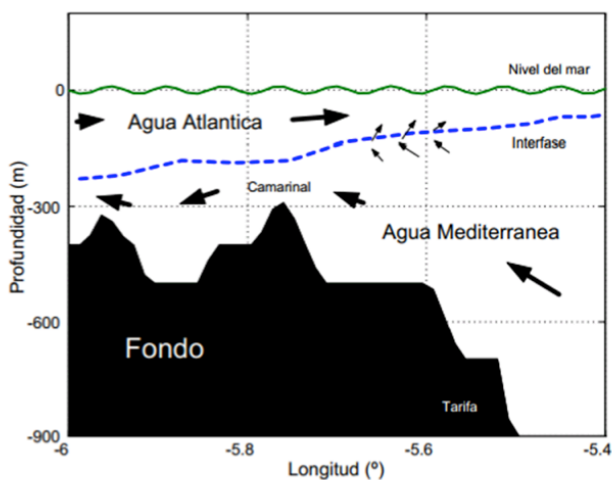


Figura 5. Sistema de flujos entrantes y salientes de agua. Delgado Cabello, J. 2006: *Oscilaciones de corto periodo en el estrecho de Gibraltar*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada.

Por tanto, el Banco Majuan, aunque situado en un punto más alejado de la costa gaditana, está a la misma distancia de Marruecos que el Monte Seco, fue una isla emergida totalmente con las caídas glacioeustáticas y pudo haber sido utilizada de la misma manera que el Monte Seco por los grupos homínidos para alcanzar Europa. No debe descartarse este trayecto por su situación más apartada. Como conclusión a los datos aportados referentes al estrecho de Gibraltar, se sugiere un paso migratorio por la zona del Umbral de Camarinal como la más viable, tanto por su escasa profundidad, unos 180 m. actuales reducidos en momentos de bajadas marinas, sus corrientes superficiales mucho menos agresivas y la aparición del islote Monte Seco (y, posiblemente, el Monte Tartesos y la Cresta Kmara). Por el contrario, la zona tradicional entre Tarifa y Punta Cires es la que menos distancia recoge, pero es donde se registran las corrien-

tes más fuertes y donde más profundidad existe. Por tanto, en lo que se refiere exclusivamente al estrecho de Gibraltar se reafirma la hipótesis de un cruce marítimo con la alternancia del islote o islotes convirtiendo el trayecto en varios tramos desde la zona aproximada entre lo que actualmente es Punta Malabata en el lado africano y Punta Paloma en el lado español, es decir, el Umbral de Camarinal. Dichas localizaciones en el Pleistoceno inferior se hallaban muy interiores y por ello no pueden aplicarse para la cronología que se baraja, pero se menciona como puntos de referencia. Según la última batimetría (Figura 6) realizada con los datos aportados, podría existir una distancia desde el lado africano hasta el Monte Seco de unos 7 km y desde ahí hasta el lado español unos 3 km aproximadamente. Si a ello le añadimos los otros dos altos topográficos, se obtendría una cadena de islotes entre ambas orillas. Además, se propone el aprovechamiento de la corriente entrante superficial que procede desde el océano Atlántico y va hacia el Mediterráneo por parte de los homínidos para alcanzar la Península. De la misma manera pudo ocurrir para la zona del Umbral de Espartel con la isla o Banco Majuan. Esa corriente moderada, la escasa distancia y el gran islote emergido, pudo dar como resultado un paso a través del Estrecho viable y factible.

3.5. El mar de Alborán

En cuanto al mar de Alborán, éste nunca se había contemplado como una ruta alternativa para los homínidos y la fauna por el simple hecho de que no se habían realizado estudios geodinámicos de sus fondos que pudieran aportar algún dato significativo para las migraciones. El panorama cambió sustancialmente en el verano de 2018 cuando un grupo de investigación (Booth-Rea *et al.*, 2018) publicó un estudio sobre el mar de Alborán, situado en la zona más occidental del mar Mediterráneo, colocando este lugar en una de las posibles vías de paso para las dispersiones desde África a Europa. El mar de Alborán limita al norte con la costa peninsular española, al sur con la costa africana, al oeste con el estrecho de Gibraltar y al este se estableció una línea imaginaria que parte desde el Cabo de Gata en Almería (España) hasta el Cabo Fegalo en Argelia (África). Actualmente tiene una anchura de 180 km y unos 350 km de longitud. En sus fondos presenta un conjunto abrupto de relieves submarinos, casi todos de origen volcánico; en

definitiva, una cordillera de unos 150 km de longitud que da lugar a una gran cuenca en su lado oeste y en su lado sur. Efectivamente, el mar de Alborán es una de las cuencas del mar Mediterráneo formada durante el Neógeno. Estas cuencas que incluyen la citada del mar de Alborán, la cuenca de Panonia y el mar Tirreno se localizan en el centro de los arcos orogénicos alpinos (Martínez García *et al.*, 2013). Las cuencas tuvieron procesos de acortamiento desde el Mioceno final hasta épocas recientes debido a la activa tectónica de la zona que dio lugar a pliegues, fallas inversas y elevaciones de sus márgenes (Ballesteros *et al.*, 2008; Martínez García *et al.*, 2011). Se considera que la cuenca del mar de Alborán se formó debido a un adelgazamiento de la corteza y un calentamiento seguido de un enfriamiento de la litosfera (Comas *et al.*, 1992, 1999). Por tanto, se trata de un alto batimétrico con 150 km de longitud y 1,8 km de alto, es decir, es una cresta volcánica que ha estado sometida a procesos de hundimiento (subsistencia) y levantamientos produciendo deformaciones. El episodio más reciente en cuanto a deformación tuvo lugar en el Pleistoceno inferior depositándose la denominada Unidad Q3 entre 1,8 y 1,1 Ma. El principal levantamiento de esta cordillera sucedió durante el Plioceno final con tres fases de defor-

mación y acortamiento de la cuenca.

La primera fase tuvo lugar en el Plioceno temprano sobre los 5 Ma; seguidamente tuvo lugar una gran transgresión que produjo el ensanchamiento de la cuenca acumulándose los sedimentos. La segunda fase sucedió en el Plioceno superior, entre los 3 y 2,5 Ma levantando las cuencas del sur de Alborán; y, por último, la deformación de las crestas de Yusuf y Alborán continuó en el Pleistoceno inferior (Martínez García *et al.*, 2013). Como se ha indicado, se presentaron nuevos datos de un reciente estudio sísmico en relación con estructuras presentes en la zona, pero no estudiadas anteriormente, mostrando un arco volcánico de entre 14 y 17 km de espesor al este de la cuenca de Alborán. Los autores del estudio han llegado a la conclusión que las consideraciones isostáticas indican la presencia de un gran archipiélago emergido que creó un puente filtro que sirvió para un intercambio de diferentes taxones entre ambos continentes (Booth Rea *et al.*, 2018). El archipiélago, que estaría entre lo que hoy es Almería y Melilla se mantuvo hasta que el vulcanismo cesó y la corteza se fue enfriando hace unos 6 Ma y esto provocó que la estructura se fuera hundiendo bajo el mar progresivamente, pero lo más interesante es que tras su hundimiento quedaron grandes islas emergi-

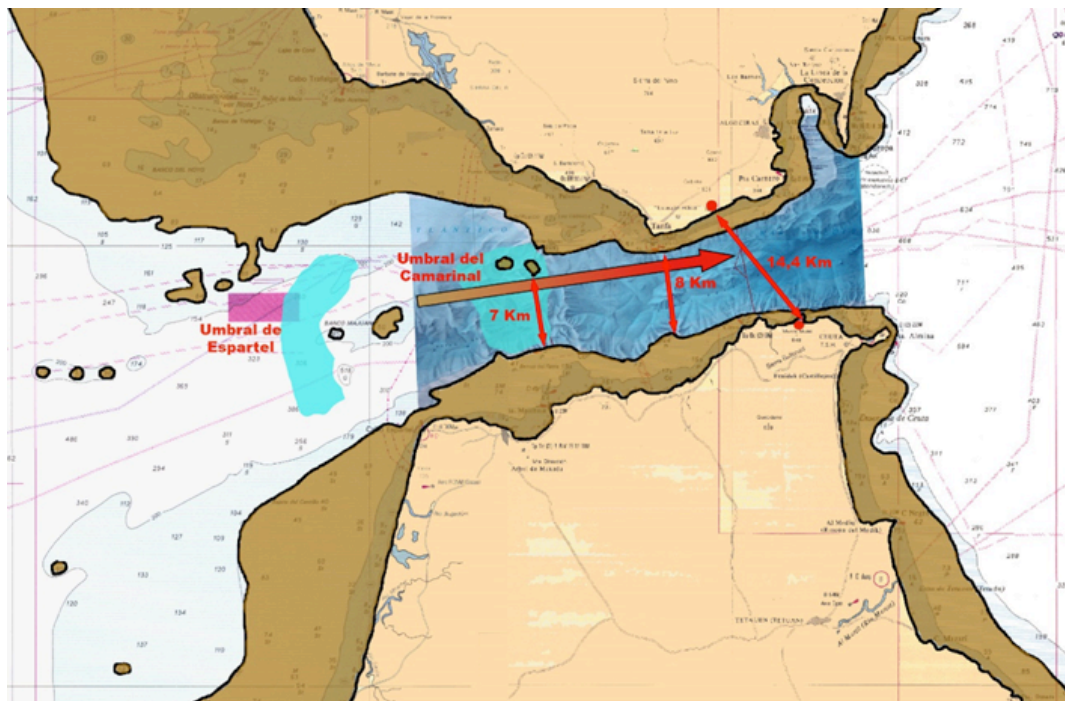


Figura 6. Batimetría con el recorte de costa en color castaño a una bajada del nivel marino de -110 m. Se puede apreciar la cantidad de tierra emergida por esta bajada glacioeustática. En la imagen se ha señalado la distancia de los tramos reducidos en el Pleistoceno inferior, que son interesantes, los islotes y la corriente entrante del Atlántico ilustrada en la flecha que va intensificando su color conforme se acerca a la zona de Tarifa. Elaboración propia (S.R.L).

La hipótesis del paso por el estrecho de Gibraltar por los homínidos en el Pleistoceno Inferior revisada a la luz de los nuevos datos publicados geológicos y oceanográficos

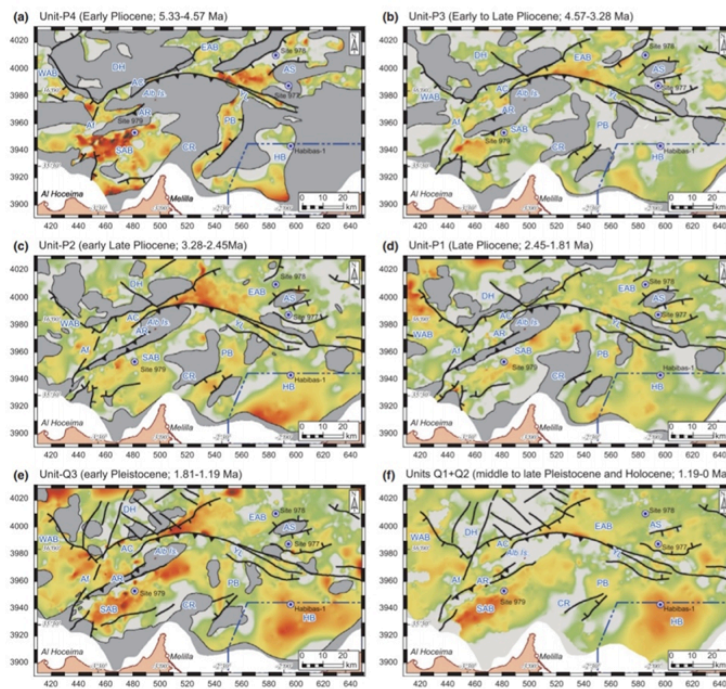


Figura 7. Mapa de las tasas de acumulación de sedimentos (mm/año) para las Unidades Plio-Cuaternarias que van desde el Plioceno temprano hasta el final del Pleistoceno e inicios del Holoceno. Martínez García *et al.* (2013).

das hasta el Pleistoceno inferior, manteniendo el puente para las migraciones no solo de fauna sino también de grupos homínidos, los cuales pudieron aprovechar estas grandes islas para alcanzar la costa española en una cronología no solo de 1,8 Ma como publica el estudio sino que en 1,6 Ma su tamaño era todavía considerable y hasta cronologías más tardías como 1,1 Ma aproximadamente, donde las islas estarían todavía presentes aunque se desconoce, de momento, el tamaño que tendrían para esta última fecha a falta de nuevos estudios. Lo que sí está claro es que estas islas perduraron durante prácticamente todo el Pleistoceno inferior (Figura 7). Estas islas se hundieron de manera progresiva por subsidencia térmica. Esto ocurrió porque la base de la litosfera es una superficie determinada por la temperatura. Por tanto, una vez que cesó el vulcanismo, la litosfera empezó a enfriarse y se fue haciendo progresivamente más gruesa. El manto litosférico es más denso que el astenosférico infra-yacente por lo que las islas perdieron flotabilidad y empezaron a hundirse (comunicación personal con el Dr. Guillermo Booth-Rea, Departamento de Geodinámica, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra UGR-CSIC, 2018). Por lo tanto, teniendo en cuenta que la evidencia de presencia humana más antigua de Europa se halla en el sur peninsular, concretamente en Granada, con restos de indus-

tria lítica y humanos datados entre 1,5-1,3 Ma en los yacimientos de Orce (Gibert *et al.*, 1989, 1992, 1998, 1999, 2002, 2003; Gibert, 2004) es perfectamente plausible que estos individuos salieran de África y atravesaran esas islas para llegar hasta la península ibérica como ruta alternativa y/o paralela a la del estrecho de Gibraltar (Figura 8).

4. El Canal de Sicilia

El Canal de Sicilia linda con el mar Tirreno al norte, el estrecho de Messina al este, al sureste con el mar Jónico, y al oeste y sur con el mar Mediterráneo. La cercanía con Italia al igual que ocurre con el norte africano, concretamente Túnez, ha servido para que en varios momentos se haya indagado sobre un posible poblamiento temprano de homínidos desde Túnez aprovechando los cambios glacioeustáticos del nivel marino (Sineo *et al.*, 2015). Alimen propuso que pudo haber existido un movimiento migratorio de grupos humanos tempranos (Alimen, 1975). El tema sobre si pudo existir un istmo entre Sicilia y Túnez también fue debatido y se ofreció como hipótesis viable desde principios del siglo XX; en un primer momento (p. ej., Keith, 1911) a raíz de unos hallazgos dentales en Malta. En 1929, Vaufrey expuso en su monografía que dicho istmo no existió nunca (Vaufrey, 1929). Sicilia

se sitúa en una zona con una tectónica activa desde el Mioceno hasta principio del Plioceno, al hallarse en el área donde las placas africana y euroasiática colisionaron. Desde el norte de África hasta la isla, el canal tiene unos 145 km de distancia, se extiende desde Cap Bon en Túnez hasta Capo Feto en Sicilia y su profundidad no es grande, de hecho, más de la mitad del canal tiene menos de 100 m. (Villa, 2001). Con un descenso de 110 m en el Pleistoceno inferior, es obvio que la línea de costa se vio ampliada y aparecieron unas islas a lo largo del canal. A modo de ejemplo, en el último máximo glaciario el mar bajó 110 m., este hecho provocó que la isla pasara de tener los 25,883 km que tiene actualmente a 43,100 km, según unos estudios realizados (Incarbona *et al.*, 2010), con ello se puede apreciar la considerable ampliación de la línea costera. Estos datos son válidos para una cronología de hace un millón de años ya que para esa fecha el mar sufrió un descenso similar, aunque la distancia entre ambas orillas debió de seguir siendo importante. El problema de esta hipotética vía de paso viene marcado por varios puntos: el registro faunístico de la isla presenta un fuerte endemismo de la fauna existente, ello sugiere un aislamiento de la isla tras llegar fauna procedente de la Italia continental, por tanto, exceptuando un roedor de origen africano, *Pellegrinia panornensis*, no existe registro de fauna africana en Sicilia (Villa, 2001); otro punto a destacar es la ausencia de restos humanos con cronologías del Pleistoceno inferior, y, por último, el mismo caso se da con la industria lítica, inexistente para cronologías antiguas. Todos estos datos indican que un trayecto marítimo desde el norte de África utilizando el Canal de Sicilia no parece que pudo producirse, al menos en las primeras dispersiones homínidas, aunque a falta de nuevos hallazgos esta ruta no debe descartarse de manera definitiva (Figura 9).

5. La llegada de los homínidos a la isla de Flores: un caso paradigmático

La evidencia más antigua de la dispersión humana a través de las barreras marinas durante este tiempo ya se ha demostrado en la Isla de Flores (Java), donde los humanos pudieron cruzar el estrecho de Lombok y la Línea de Wallace (Morwood *et al.*, 1998; Brumm *et al.*, 2010) cuando el Estrecho se redujo a 20-19 m. Es importante constatar que los homínidos llegaron a la isla de Flores hace ~1 Ma ($1,02 \pm 0,02$ Ma; Brumm *et al.*, 2010). En

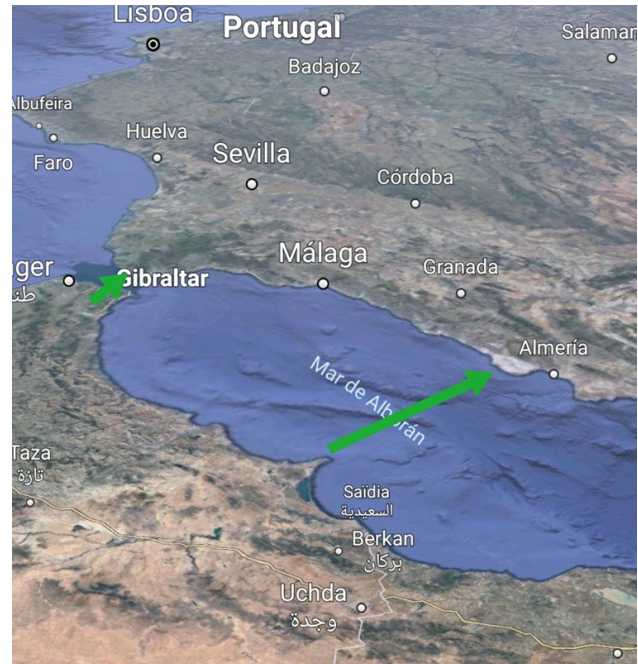


Figura 8. Imagen en 3D donde se aprecia la zona del estrecho de Gibraltar y el mar de Alborán. Las flechas indican las dos posibles vías de paso hacia la Península Ibérica en el Pleistoceno inferior. Modificado de: www.earth.google.es.



Figura 9. Detalle del Canal de Sicilia. Modificado de: www.earth.google.es.

esta región, incluso teniendo en cuenta un descenso del nivel del mar de unos 200 m., la distancia mínima entre Flores (fusionada con las pequeñas islas de Rinca y Komodo) y Sumbawa, todavía sería de alrededor de 19 a 20 km (van den Bergh *et al.*, 1999; Morwood *et al.*, 1998). Además, la isla de Flores se encuentra al este de la línea de Wallace, una zona de fuertes corrientes. Los homínidos y también los elefantes, como *Stegodon*, cruzaron este Estrecho. Por lo tanto, los homínidos fueron capaces de superar barreras marinas mayores que el estrecho de Gibraltar hace algo más de 1 millón de años.

6. Conclusiones

Hay dos teorías mayoritarias sobre la ruta que pudieron utilizar los homínidos en su dispersión desde África hacia Europa durante el Pleistoceno inferior: la del Corredor Levantino-ruta circunmediterránea —este-oeste— (la más aceptada) y la del paso por el estrecho de Gibraltar —sur-norte—. La aceptación de cualquiera de las dos es especulativa, y se hace sobre la base de criterios subjetivos. Así, la defensa de la ruta circunmediterránea es consecuencia de la negación del paso por Gibraltar, argumentando que las fuertes corrientes del Estrecho harían imposible dicho paso. Sin embargo, no se tienen en cuenta varios factores que hacen que esta ruta se ponga seriamente en duda, como la presencia de poderosas cordilleras (Taurus, Antitaurus, Cárpatos, Alpes, Pirineos), la ausencia de un paso factible en la zona del delta del Po (que no será practicable hasta a partir de los 0,9 Ma), la imposibilidad de una ruta alternativa por encima de los Cárpatos y los Alpes debido a las bajas temperaturas, y, muy importante, la ausencia de actividad antrópica o de restos humanos. Por otro lado, las evidencias indirectas que apoyan el paso por Gibraltar se hacen cada vez más difíciles de rebatir: la presencia de *Homo*, así como de fauna de origen africano (*Equus altidens* e *Hippopotamus antiquus*) se documentan por primera vez en Europa en el yacimiento de Venta Micena (1,3 Ma), lo que sugiere una dispersión algo anterior a 1,3 Ma, con los homínidos portadores de industria Olduvayense (modo I). Esta fauna y el modo I se encuentran en yacimientos del norte de África, como Ain Hanach y El Kherba en Argelia, a ~1,8 Ma.

Mientras que la primera y única presencia en Europa del primate cercopithecóideo *Thero-*

pithecus oswaldi (Cueva Victoria) y del primer Achelense (modo II) (Cueva Negra del Estrecho del Quijón y Huéscar-1) se observan en Europa a 0,9 Ma en yacimientos con presencia humana del sudeste de la Península Ibérica. En el norte de África, y a ~1 Ma, se encuentran los yacimientos de Thomas Quarry (Marruecos), con modo II, y de Tighennif (Argelia), con modo II y presencia de *T. oswaldi*. Así, la evidencia más antigua de herramientas modo I y modo II en el sureste de Iberia, asociadas con especies africanas y separadas por un hiato temporal de más de 300 ka, sugiere dos eventos de dispersión de *Homo* durante el Pleistoceno. A estos datos tenemos que sumar los procedentes de la geología y la oceanografía del Estrecho, con nuevas evidencias acerca de la amplitud del Estrecho, la aparición de islas y la disminución de las corrientes; asimismo, también son importantes los nuevos datos sobre el mar de Alborán, con la presencia, en aquellos momentos, de grandes islas. Estos nuevos datos, junto con los expuestos en el párrafo anterior, vienen a reforzar la idea del paso de los homínidos por el estrecho de Gibraltar. A todo esto, hay que sumar la evidencia de la isla de Flores. La llegada de humanos en esta isla hace ~1 Ma, indica que tuvieron que atravesar un brazo de mar de unos 20 km y con fuertes corrientes. Hecho mucho más complicado que el de cruzar el estrecho de Gibraltar, con una anchura mucho más reducida, la presencia de islas y la atenuación de la potencia de las corrientes.

7. Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Carles Ferràndez-Cañadell, Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociencias Marinas y al Dr. Lluís Gibert, Departamento de Mineralogía, Petrología y Geología Aplicada, de la Universidad de Barcelona, sus sugerencias durante la elaboración de este artículo. A la Dra. Ana Crespo Blanc, catedrática del Departamento de Geodinámica de la Universidad de Granada sus indicaciones sobre el fondo marino del estrecho de Gibraltar, al Dr. Jesús García Lafuente, catedrático del Departamento de Física Aplicada II de la Universidad de Málaga, los aspectos relacionados con las corrientes marinas y al Dr. Guillermo Booth-Rea, Departamento de Geodinámica de la Universidad de Granada, por los datos proporcionados sobre el mar de Alborán. También agradecemos a Andrés Rosique, profesor de Lengua Inglesa, las traducciones que hemos necesita-

do para este trabajo.

8. Bibliografía

- ABBATE, Ernesto; SAGRI, Mario. 2011: "Early to Middle Pleistocene Homo dispersals from Africa to Eurasia: Geological, climatic and environmental constraints". *Quaternary International*, 267, pp. 3-19.
- AGUIRRE, Emiliano. 1996: "Orígenes del poblamiento en la Península Ibérica". En J.A. MOURE ROMANILLO (ed.): *El hombre fósil 80 años después. Volumen conmemorativo del 50 aniversario de la muerte de Hugo Obermaier*, pp. 127-152. Cantabria.
- AGUIRRE, Emiliano; CARBONELL, Eudald. 2001: "Early human expansions into Eurasia: The Atapuerca Evidence". *Quaternary International*, 75, pp. 11-18.
- AGUSTÍ, Jordi; LORDKIPANIDZE, David. 2005: *Del Turkana al Caúcaso. La evolución de los primeros pobladores de Europa*. RBA-National Geographic.
- AGUSTÍ, Jordi; ANTÓN, Mauricio. 2013: *La gran migración: la evolución humana más allá de África*. Crítica. Madrid.
- ALIMEN, Marie-Henriette; STEVE, P. Marie-Joseph. 1989: *Historia Universal Siglo XXI. Volumen 1. Prehistoria*. Siglo XXI Editores. Madrid.
- ANTÓN, Susan; SWISHER, Carl. C. 2004: "Early dispersals of Homo from Africa". *Annu. Rev. Anthropol*, 33, pp. 271-296. doi: 10.1146/annurev.anthro.33.070203.144024.
- BALLESTEROS, María; RIVERA, Jesús; MUÑOZ, Araceli; MUÑOZ MARTÍN, Alfonso; ACOSTA, Juan., CARBÓ, Andrés; UCHUPI, Elazar. 2008: "Alboran basin, Southern Spain. Part II: Neogene tectonic implications for the orogenic float model". *Mar. Petrol. Geol.*, 25, pp. 75-101.
- BAR-YOSEF, Ofer; BELFER-COHEN, Anna. 2001: "From Africa to Eurasia-early dispersals". *Quaternary International*, 75, pp. 19-28.
- BAR-YOSEF, Ofer; Belmaker, Miriam. 2010: "Early and Middle Pleistocene Faunal and hominins dispersals through Southwestern Asia". *Quaternary Science Reviews*, 30, pp. 1-20. doi:10.1016/j.quascirev.2010.02.016.
- BELMAKER, Miriam. 2010a: "Early Pleistocene faunal connections between Africa and Eurasia: An ecological perspective". En J. FLEAGLE; J.J SHEA; F. GRINE; A. BEIDEN y R.E. LEAKEY (eds.): *Out of Africa I: The First Hominin Migration out of Africa*, pp. 183-205. Springer.
- BELMAKER, Miriam. 2010b: "The presence of large cercopithecine (cf. *Theropithecus* sp.) in the Ubeidiya formation (Early Pleistocene, Israel)". *Journal Human Evolution*, 58, pp. 79-89.
- BOOTH REA, Guillermo; RANERO, César; GREVEMEYER, Ingo. 2018: "The Alboran volcanic-arc modulated the Messinian faunal exchange and salinity crisis". *Nature. Scientific Reports*, 8:13015. doi:10.1038/s41598-018-31307-7.
- BRUMM, Adam; JENSEN, Gitte. M.; VAN DEN BERGH, Gert; MORWOOD, Michael; KURNIAWAN, Iwan; AZIZ, Fachroel; STOREY, Michael. 2010. "Hominins on Flores, Indonesia, by one million years ago". *Nature*, 464, pp. 748-52.
- CALERO QUESADA, M^a. Concepción; SÁNCHEZ GARRIDO, José; GARCÍA LAFUENTE, Jesús. (sin fecha): "Mapa de los flujos de energía en el estrecho de Gibraltar para su aprovechamiento como fuente de energía renovable". *Proyecto de Excelencia FLEGER (RNM-3738)*.
- CARBONELL, Eudald; MOSQUERA, Marina; RODRÍGUEZ, Xosé Pedro; SALA, Robert; VAN DER MADE, Jan. 1999: "Out of Africa: The Dispersal of the Earliest Technical Systems Reconsidered". *Journal of Anthropological Archaeology*, 18, pp. 119-136.
- CARBONELL Eudald; HUGUET, Rosa; CÁCERES, Isabel; LORENZO, Carlos; MOSQUERA, Marina; OLLÉ, Andreu. 2014: "Sierra de Atapuerca sites". En R. SALA (ed.): *Pleistocene and Holocene hunter-gatherers in Iberia and the Gibraltar strait: the current archaeological record*, pp. 534-60. Fundación Atapuerca.
- DELGADO CABELLO, Javier. 2005: *Oscilaciones de corto periodo en el estrecho de Gibraltar*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Granada.
- DELSON, Eric. 1993. "Theropithecus fossils from Africa and India and the taxonomy of the genus". En N. JABLONSKI (ed.): *Theropithecus: The Rise and Fall of a Primate Genus*, pp. 157-189. Cambridge University Press. Cambridge.
- DENNELL, Robin. 2008: "Human migration and occupation of Eurasia". *Episodes*, 31(2), pp. 207-210.
- DENNELL, Robin; MARTINÓN TORRES, María;-BERMÚDEZ DE CASTRO, José María. 2009: "Hominin variability, climatic instability and

**La hipótesis del paso por el estrecho de Gibraltar por los homínidos en el Pleistoceno Inferior
revisada a la luz de los nuevos datos publicados geológicos y oceanográficos**

- population demography in Middle Pleistocene Europe". *Quaternary Science Reviews*, 30, pp. 1-14.
- DÍAZ DEL RÍO ESPAÑOL, Víctor. 2008: "Cambios glacioeustáticos en el estrecho de Gibraltar". *XXVI Semana de Estudios del Mar*, pp. 215-242. Puerto de Santa María. Cádiz.
- ELDERFIELD, Henry; FERRETTI, Patrizia; GREAVES, Mervyn; CORWHURST, Simon; MCCAIVE, Nick; HODELL, David; PIOTROWSKI, Alexander. 2012: "Evolution of Ocean Temperature and Ice Volume Through the Mid-Pleistocene Climate Transition". *Science*, 337, pp. 704-710.
- ESTERAS, Manuel; IZQUIERDO, Francisco Javier; SANDOVAL, Nicolás; BAHMAD, Ali. 2000: "Evolución morfológica y estratigráfica plio-cuaternaria del Umbral de Camarinal (Estrecho de Gibraltar) basada en sondeos marinos". *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 13, pp. 539-550.
- FERRÁNDEZ CAÑADELL, Carles; RIBOT, Francesc; GIBERT, Luis. 2014: "New fossil teeth of *Theropithecus oswaldi* (Cercopithecoidea) from the Early Pleistocene at Cueva Victoria (SE Spain)". *Journal Human Evolution*, 74, pp. 55-66.
- GARCÍA LAFUENTE, Jesús; CRIADO ALDEANUEVA, Francisco. 2001: "La climatología y la topografía del estrecho de Gibraltar determinantes de las propiedades termohalinas del agua del mar Mediterráneo". *Física de la Tierra*, 13, pp. 43-54.
- GERAADS, Denis; RAYNALD, Jean Paul; SBIHI-ALAOUIC, Fátima-Zohra. 2010: "Mammalian faunas from the Pliocene and Pleistocene of Casablanca (Morocco)". *Historical Biology*, 22, pp. 275-285.
- GIBERT, José. 1989: "Acción antrópica en Cueva Victoria (Cartagena, Murcia)". En J. GIBERT; D. CAMPILLO y E. GARCÍA OLIVARES (eds.): *Los restos humanos de Orce y Cueva Victoria*, pp. 415-421. Instituto de Paleontología Dr. M. Crusafont. Diputación de Barcelona. Barcelona.
- GIBERT, José. 1999: "Cueva Victoria: Puerta de Europa". En J. GIBERT; F. SÁNCHEZ; L. GIBERT y F. RIBOT (eds.): *The hominids and their environment during the Lower and Middle Pleistocene of Eurasia*, pp. 229-223. Museo de Prehistoria. Ayuntamiento de Orce. Granada.
- GIBERT, José; GIBERT, Luis; IGLESIAS, Alfredo. 2003: "The Gibraltar Strait: A Pleistocene Door of Europe?" *Human Evolution*, 18(3-4), pp. 147-160.
- GIBERT, José. 2004: *El Hombre de Orce: Los homínidos que llegaron del sur*. Almuzara. Córdoba.
- GIBERT, José; SÁNCHEZ, Florentina; RIBOT, Francesc; GIBERT, Luis; IGLESIAS, Alfredo; EL HAMOUTI, Najib. 2008: "Dispersion du Genre Homo au sud d'Ibérie et au Maghreb. Nouvelles données à propos des fossiles VM-1960 et BL-0". *L'anthropologie*, 112, pp. 48-73.
- GIBERT, Luis; SCOTT, Gary; SCHOLZ, Denis; BUDSKY, Alexander; FERRÁNDEZ, Carles; RIBOT, Francesc; MARTÍN, Robert; LERÍA, María. 2015: "Chronology for the Cueva Victoria fossil site (SE Spain): Evidence for Early Pleistocene Afro-Iberian dispersals". *Journal of Human Evolution*, 90, pp. 183-197.
- GIBERT BEOTAS, Luis; RIBOT TRAFÍ, Francesc; FERRÁNDEZ CAÑADELL, Carles; SCOTT, Gary; IGLESIAS DIÉGUEZ, Alfredo; SÁNCHEZ LÓPEZ, Florentina; GONZÁLEZ TAPIA, Fernando; MORILLO LERÍA, María. 2016: "Dispersiones humanas en el Pleistoceno inferior europeo". En F. RIBOT TRAFÍ (coord.): *Homenaje al Dr. José Gibert Cloles. Una vida dedicada a la ciencia y al conocimiento de los primeros europeos*, pp. 295-309. Publicaciones Diputación de Granada. Granada.
- GILES PACHECO, Francisco; SANTIAGO PÉREZ, Antonio. 1987: "El poblamiento del sur de la Península Ibérica en el Pleistoceno inferior a través de Gibraltar". En RIPOLL, E. (ed.): *Actas tomo I Congreso Internacional El estrecho de Gibraltar*, pp. 97-109. UNED, Ceuta.
- GUPTA, Vishwa; SAHNI, Ashok. 1981: "*Theropithecus delsoni*, a new cercopithecine species from the Upper Siwaliks of India". *Bulletin of the Indian Geologist Association*, 14, pp. 69-71.
- IGLESIAS DIÉGUEZ, Alfredo; GIBERT CLOLS, José; GIBERT, Luis. 1998: "La penetración de los homínidos por el Estrecho de Gibraltar en el contexto general de su dispersión". *Gallaecia*, 17, pp. 29-48.
- IGLESIAS DIÉGUEZ, Alfredo; GIBERT CLOLS, José. 2003: "Orce (1976-2002): Balance de veinticinco años de investigaciones sobre el poblamiento más antiguo de la Península Ibérica". *Gallaecia*, 22, pp. 21-45.
- LUJÁN, María; CRESPO BLANC, ANA; COMAS, Menchu. 2009: "Diferenciación morfológica

- submarina en el área del Umbral del Estrecho de Gibraltar: resultados preliminares". *Geogaceta*, 46, pp. 1-4.
- LUJÁN, María; CRESPO BLANC, Ana; COMAS, Menchu. 2011: "Morphology and structure of the Camarinal Sill from high-resolution bathymetry: evidence of fault zones in the Gibraltar Strait". *Geo-Mar Lett*, 31, pp. 163-174.
- LUJÁN, María; LOBO, Francisco José; BRUNO, Miguel. 2015: "Morfoestratigrafía de la plataforma continental septentrional del estrecho de Gibraltar adyacente al Umbral de Camarinal". *Geogaceta*, 57, pp. 1-4.
- MANZI, Giorgio. 2001: "The earliest diffusion of the genus Homo toward Asia and Europe: a brief overview". En P.V. TOBIAS; M.A. RAATH; J. MOGGI-CECCHI y G.A. DOYLE (eds.): *Humanity from African naissance to coming millennia*, pp. 117-124. Firenze University Press and Witwatersrand University Press. Firenze.
- MARTINET, Guy; SEARIGHT, Sara. 1994: "Le Maghreb préhistorique et la navigation". *Bulletin de la Société d'Etudes et de Recherches Préhistoriques des Eyzies*, 43, pp. 85-111.
- MARTINÓN TORRES, María; BERMÚDEZ DE CASTRO, José María; GÓMEZ ROBLES, Aida; ARSUAGA, José Luis; CARBONELL, Eudald; LORDKIPANIDZE, David; MANZI, Giorgio; MARGVELASHVILI, Ann. 2007: "Dental evidence on the hominin dispersals during the Pleistocene". *PNAS*, 104, pp. 13279-13282.
- MARTÍNEZ GARCÍA, Pedro; COMAS, Menchu; SOTO, Juan Ignacio; LONERGAN, Lidia; WATTS, Anthony Brian. 2013: "Strike-slip tectonics and basin inversion in the Western-Mediterranean: the Post-Messinian evolution of the Alboran Sea". *Basin Research*, 25, pp. 361-387. doi: 10.1111/bre.12005.
- MIRAZÓN LAHR, Marta. 2010: "Sahara Corridors and their role in the evolutionary geography of 90Out of Africa I". En J.G. FLEAGLE (ed.): *Out of Africa I: The First Hominin Colonization of Eurasia, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*, pp. 27-46. Springer Science+Business Media B.V. USA.
- MORWOOD, Michael; O'SULLIVAN, Paul; AZIZ, Fachroel; RAZA, Asaf. 1998: "Fission-track ages of stone tools and fossils on the east Indonesian island of Flores". *Nature*, 392, pp.173-76.
- MUTTONI, Giovanni; SCARDIA, Giancarlo; KENT, Dennis. 2010: "Human migration into Europe during the late Early Pleistocene climate transition". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 296, pp. 79-93.
- MUTTONI, Giovanni; SCARDIA, Giancarlo; KENT, Dennis. 2013. "Comment on 'The oldest human fossil in Europe from Orce (Spain) by Toro-Moyano *et al.* (2013)". *Journal Human Evolution*, 65, pp. 746-749.
- MUTTONI, Giovanni; SCARDIA, Giancarlo; KENT, Dennis; MONESI, Edoardo. 2014: "Migration of Hominins with megaherbivores into Europe via the Danube-Po Gateway in the late Matuyama climate revolution". *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 120(3), pp. 351-365.
- O'REGAN, Matthew; KING, John; BACKMAN, Jan; JAKOBSSON, Martin; PÄLIKE, Heiko; MORAN, Kathryn; HEIL, Chip; SAKAMOTO, Tatsuhiko; CRONIN, Thomas; JORDAN, Richard William. 2008: "Pleistocene chronology of sediments from the Lomonosov Ridge". *PANGAEA*, 23(1). <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.832427>.
- OMS, Oriol; AGUSTÍ, Jordi; PARÉS, José María. 2010: "Litoestratigrafía, magnetoestratigrafía y bioestratigrafía de los yacimientos de Barranco León y Fuente Nueva 3 (Cuenca, Guadix-Baza)". En B. MARTÍNEZ NAVARRO; J. AGUSTÍ e I. TORO (coord.): *Ocupaciones humanas en el Pleistoceno inferior y medio de la Cuenca de Guadix-Baza*, pp. 107-120. Junta de Andalucía.
- RAMOS MUÑOZ, José. 2012: *El Estrecho de Gibraltar como puente para las sociedades prehistóricas*. Editorial La Serranía. Ronda.
- RAMOS MUÑOZ, José. 2014: "Las sociedades cazadoras-recolectoras del Pleistoceno en la región geohistórica del litoral gaditano y el estrecho de Gibraltar". En M.J. PARODI (coord.): *I Jornadas de Arqueología del Bajo Guadalquivir, Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), volumen 1. Actas de las Primeras Jornadas de Arqueología del Bajo Guadalquivir*, pp. 15-57. Cádiz.
- ROMERO COZÁR, Jeanette. 2014: *Estudio de los patrones de circulación sub-mesoescalares en el área del estrecho de Gibraltar*. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz. Cádiz.
- SAHNOUNI, Mohamed; HADJOUIS, Djillali; VAN DER MADE, Jan; DERRADJID, Abdelkader; CANALS, Antoni; MEDIGD, Mohamed; BELLARECHE, Hocine; ZOEIR, Harichane; RABHIG, Merouane. 2004: "On the earliest human occupation in North Africa: a response to

**La hipótesis del paso por el estrecho de Gibraltar por los homínidos en el Pleistoceno Inferior
revisada a la luz de los nuevos datos publicados geológicos y oceanográficos**

- Geraads *et al.*. *Journal of Human Evolution*, 46, pp. 763-775.
- SAHNOUNI, Mohamed; VAN DER MADE, Jan; EVERETT, Melanie. 2009: "Early North Africa: Chronology, ecology, and hominin behavior: Insights from Ain Hanech and El-Kherba, northeastern Algeria". *Quaternary International*, 223-224, pp. 436-438.
- SAHNOUNI, Mohamed; VAN DER MADE, Jan. 2009: "The Oldowan in North Africa within a bio-chronological framework". En K. SCHICK; N. TOTH (eds.): *The Cutting Edge: New Approaches to the Archaeology of Human Origins* (libro 3), pp. 179-210. Stone Age Institute Publication.
- SAHNOUNI, Mohamed; PARÉS, Josep; DUVAL, Mathieu; CÁCERES, Isabel; HARICHANE, Zoheir; VAN DER MADE, Jan; PÉREZ-GONZÁLEZ, Alfredo; ABDESSADOK, Salah; KANDI, Nadia; DERRADJI, Abdelkader; MEDIG, Mohamed; BOULAGHRAIF, Kamel; SEMAW, Sileshi. 2018: "1.9-million- and 2.4-million-year-old artifacts and stone tool-cutmarked bones from Ain Boucherit, Algeria". *Science*, 362(6420), pp. 1297-1301. doi: 10.1126/science.aau0008.
- SANDOVAL, Nicolás; SANZ, José Luis; IZQUIERDO, Francisco Javier. 1996: "Fisiografía y Geología del umbral del estrecho de Gibraltar". *Geogaceta*, 20, pp. 343-346.
- SANTONJA, Manuel; PÉREZ-GONZÁLEZ, Alfredo. 2010: "Mid-Pleistocene Acheulean industrial complex in the Iberian Peninsula". *Quaternary International*, 223-224, pp. 154-161.
- SCARDIA, Giancarlo; MUTTONI, Giovanni; SCIUNNACH, Dario. 2006: "Subsurface magnetostratigraphy of Pleistocene sediments from the Po Plain (Italy): Constraints on rates of sedimentation and rock uplift". *Geological Society of America Bulletin*, 118, pp. 1-16.
- SCOTT, Gary; GIBERT, Luis; GIBERT, José. 2007: "Magnetostratigraphy of the Orce region (Baza Basin), SE Spain: New chronologies for Early Pleistocene faunas and hominid occupation sites". *Quaternary Science Reviews*, 26, pp. 415-435.
- SCOTT, Gary; GIBERT, Luis. 2009: "The oldest hand-axes in Europe". *Nature*, 461, pp. 82-85.
- STRAUS, Lawrence. G. 2001: "Africa and Iberia in the Pleistocene". *Quaternary International*, 75, pp. 91-102.
- SPASSOV, Nicolay. 2016: "Southeastern Europe as a Route for the Earliest Dispersal of Homo Toward Europe: Ecological Conditions and the Timing of the First Human Occupation of Europe". En K. HARVATI y M. ROKSANDIC (eds.): *Paleoanthropology of the Balkans and Anatolia*. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series. Dordrecht. Springer.
- TOBIAS, Phillip. 2002: "An Afro-European and Euro-African Human Pathway Through Sardinia, With Notes on Humanity's World-Wide Water Traversals and Proboscidean Comparisons". *Human Evolution*, 17(3-4), pp. 157-173.
- TOURLOUKIS, Vangelis. 2010: *The Early and Middle Pleistocene archaeological record of Greece: current status and future prospects*. Leiden University Press. Leiden.
- TOURLOUKIS, Vangelis. 2016: "On the Spatio-Temporal Distribution of Mediterranean Lower Paleolithic Sites: A Geoarchaeological Perspective". En K. HARVATI y M. ROKSANDIC (eds.): *Paleoanthropology of the Balkans and Anatolia*. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series. Dordrecht. Springer.
- TROPEANO, Marcelo; SABATO, Luisa; PIERI, P. 2002: "Filling and cannibalization of a fore-deep: the Bradanic Trough, Southern Italy". En S.J. JONES y L.E. FROSTICK (eds.): *Sediment Flux to Basins: Causes, Controls and Consequences*, pp. 55-79. Geological Society, Special Publications, 191. Londres.
- URIARTE, Antón. 2010: *Historia del clima de la Tierra*. Editorial Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia/Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. País Vasco.
- VAN DEN BERGH, Gert; DE VOS, John; AZIZ, Fachroel; SONDAAR, Paul. 1999: "Homo erectus in S.E. Asia: Time Space and migration routes I. The Flores case". En J. GIBERT; F. SÁNCHEZ; L. GIBERT y F. RIBOT (eds.): *The hominids and their environment during the Lower and Middle Pleistocene of Eurasia*, pp. 353-62. Museo de Prehistoria y Paleontología. Orce, Granada.
- VAUFREY, Raymond. 1955: *Préhistoire de l'Afrique. Tome I. Maghreb*. Publications de l'Institut des Hautes Etudes de Tunis. Paris.
- VÁZQUEZ LÓPEZ ESCOBAR, Águeda. 2006: *Ondas internas en el Estrecho de Gibraltar y procesos de mezcla inducidos*. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz. Cádiz.
- VILLA, Paola. 2001: "Early Italy and the colonization of Western Europe". *Quaternary International*, 75, pp. 113-130.