



## Lliçó magistral

### Cuando el Mediterráneo se secó

Excmos. Sres. rectores, Excmos. e Ilmos. señores, señoras y señores.

Es éste el hecho nuevo, extraordinario, puesto en evidencia por los geólogos en nuestros días. ¡Cuando el Mediterráneo se secó! Hace de ello unos 7 ó 6 millones de años, durante el transcurso del período llamado Mioceno superior, en su fase lagunar, final, Messiniense. ¡Larga historia, para reducirla a una corta lección! Tan sólo podré resumir lo más esencial. Para trazarla he acudido a las fuentes originales norteamericanas, de las «Comunicaciones» de la «Comisión para el estudio de los sondeos del mar profundo» y a algunos otros trabajos debidos a la pluma del Dr. Kenneth Hsü.

¿Cómo pudo ocurrir semejante catástrofe si las aguas mediterráneas siguen meciéndose, azules y tranquilas, en nuestros días? Vamos a verlo seguidamente. Cuando se formaron los relieves del sistema alpino, surgió de la zona mediterránea todo un gran conjunto de altas montañas; el gran arco cerrado, de Ceuta-Gibraltar, seguido por su rama norte de la Penibética, de la cual su extremo este son Ibiza-Mallorca, los Alpes, Cárpatos, etc., y por el sur, pero también en la dirección al este, el grande y pequeño Atlas, parte de Sicilia, Apeninos, etc. De este modo el estrecho de Gibraltar queda cerrado y las comunicaciones que el Mediterráneo mantenía todavía con el Atlántico tenían lugar por el llamado estrecho Nort-Bético, y el del Rif, por el sur. Pero en un período algo más avanzado, la emersión de las zonas montañosas continuaba y ambos estrechos, hacia el final del Mioceno superior –Andaluciese– a unos 6 millones de años de nosotros, quedaban definitivamente cerrados, reduciéndose el Mediterráneo a un gran lago interior.

Sabíamos, desde hace tiempo, que la zona mediterránea había sufrido una considerable regresión marina al final de los tiempos miocénicos, afectando sobre todo su plataforma continental, allí donde las aguas son menos profundas, quedando emergidas y que de ello se habían aprovechado largamente un buen contingente de mamíferos de aquella edad, oriundos de su porción oriental –Balcanes, Grecia, etc.– para alcanzar a pie enjuto la península ibérica. También sabíamos que en no pocos sitios, ahora emergidos, el Mioceno superior marino presentaba lechos particulares indicando claramente una emersión de sus fondos, al terminar sus estratos por lechos de tipo lagunar o salobre, con yesos y microorganismos que lo confirman claramente. Datos interesantes para la historia local de cada región, pero que no implicaban ninguna revolución de ideas tan radicales como las anunciadas.

En 1961 el buque oceanográfico CHAIN, norteamericano, recorrió el Mediterráneo con un buen equipo sísmico, para explorar las profundidades marinas con el sistema de la eco-sonda, registrando con detalle las reflexiones y relieves submarinos hasta penetrar aquéllas en la dura roca profunda. Ello hizo posible un descubrimiento: el de que el suelo del Mediterráneo posee una estructura a base de pilares, cada uno de ellos de unas millas de diámetro y cientos de altura. Los geólogos conocen bien tales hechos: son los domos salinos, que se deslizan y escapan de los demás estratos, cuando todo el conjunto resulta fuertemente presionado. Los domos salinos abundan a lo largo de las costas americanas y en no pocos campos petrolíferos. No es cosa inesperada hallar en sedimentos costeros domos salinos, porque los geólogos saben que tales formaciones dependen de precipitaciones salinas en lagunas costeras, salobres. Pero era un hecho inesperado descubrirlos en las cuencas más profundas del Mediterráneo actual. En tal caso, ¿de dónde procedía la sal? El Dr. Ryan y sus compañeros se asombraron de encontrarlos con tanta frecuencia en nuestras regiones.

Un fondo submarino capaz de devolver el sonido de la eco-sonda debe de ser compacto, y tales estratos muchas veces estaban compuestos por los diminutos caparzones de organismos microscópicos, plantónicos. ¿Qué podría representar este estrato tan duro? ¿Por qué existiría debajo de las aguas mediterráneas, profundas, una roca de este tipo?

Para resolver este rompecabezas se resolvió que el barco GLOMAR-CHALLENGER, norteamericano, fuera enviado al Mediterráneo. Así se hizo y los trabajos emprendidos a bordo en el otoño de 1970 dieron la respuesta, sorprendente, a este misterio.

La revolución paleogeográfica y biológica del Mediterráneo, la presencia de la sal, etc., son todos ellos testigos elocuentes de lo ocurrido hace unos seis millones, de años, cuando nuestro mediterráneo estaba casi completamente seco. Los estratos de dura roca que tan acusadamente devolvía el sonido de la eco-sonda, están compuestos por la deposición de minerales conocidos con el nombre de «evaporitas» por pertenecer al grupo de los sulfatos (yesos, anhídrita), sales (halita), etc., que se hallan disueltos en el agua y se depositan al evaporarse esta última.

El GLOMAR-CHALLENGER, bien equipado y con un conjunto de científicos internacionales a bordo, podía efectuar taladros submarinos sacando testigos de más de 500 m. de longitud. El análisis múltiple de tales muestras –geológico, paleontológico, químico, etc.- revelaba lentamente toda una historia asombrosa. El Mediterráneo del Mioceno superior se había desecado casi en su totalidad cuando quedó aislado y sus aguas habían ido descendiendo lentamente hasta un nivel más inferior que el del Atlántico; y esto no tan sólo en las zonas costeras sino también en las cuencas de mucha mayor profundidad. El mencionado barco posee los medios necesarios para quedarse estacionado en un sitio determinado, a pesar de los movimientos del mar, y lanzar entonces sus tubos capaces de penetrar y arrancar de los estratos submarinos las muestras que con tanta atención estudiarán después los especialistas. Al atardecer del 23 de agosto de 1970, se situó a unas 100 millas al SE de Barcelona sobre un volcán submarino, para comprobar, con los testigos extraídos, los datos suministrados antes por la eco-sonda. A una profundidad de unos 1.800 m. se perforaron 183 m. de sedimentos. Al revisar los detalles de las muestras se encontró que una sección estaba llena de arenas, elementos raros en el fondo de los mares profundos; tan sólo corrientes submarinas hubiesen podido ser la causa de su transporte. Pero mientras se seleccionaban estos materiales pudo comprobarse que estaban compuestos únicamente por tres tipos de rocas: basaltos oceánicos, barros pelágicos consolidados y yesos; pero no se encontraron ni restos de rocas volcánicas o metamórficas –neis, esquistos, cuarzitas, ryolitas, etc.- como procedentes probables del vecino continente; pero sí los restos de unas faunas enanas fósiles que revelaban unas condiciones de vida muy difíciles para el desarrollo de sus asociaciones y a las cuales era atribuible su «enanismo». ¿Qué significado pudiera tener aquí la presencia de esta gravilla?

Al atardecer del 24 se recogieron unos agregados finos de anhídrita, etc. Es este mineral común en las zonas de evaporitas y convertidas en rocas posteriormente. Con ello se les ofrecía a los investigadores la primera solución del misterio. El lecho duro, del fondo abisal mediterráneo, que la eco-sonda ponía en evidencia y confirmaban los testigos extraídos, era una evaporita del Mioceno superior. Pero esta solución sólo sirvió para profundizar el misterio. Las «evaporitas», con sus sales, etc., tendrían que haber sido depósitos lagunares, costeros o de desiertos. ¿Por qué habrían de encontrarse formaciones de este tipo en el fondo del Mediterráneo, a miles de metros debajo de sus aguas?

La gravilla ya mencionada proporcionó la pista. No podía proceder de la costa, sino solamente de un océano cuyas aguas se habían evaporado. ¿Sería posible que el Mediterráneo hubiese quedado aislado del Atlántico y convertido en una cuenca interior, desértica, durante el transcurso del Mioceno superior? Pues resulta comprensible que la gradual contracción y reducción del área mediterránea y el aumento de la salinidad de sus aguas ocasionara la muerte de todos los animales marinos, excepción hecha para unos pocos, capaces de adaptarse a condiciones supersalinas anormales, perdiendo talla, hasta alcanzar el estado de enanismo, y finalmente perecer. El «mar-interior» se transformaría, lentamente, en un lago salino, en donde la salmuera sería bastante densa para precipitar los sulfatos y sales y en donde la evaporación continua hubiera alcanzado, finalmente, el fondo del Mediterráneo. El volcán submarino se convertía en una montaña volcánica y el barro pelágico de sus flancos quedaba litificado en dura roca. La corrientes drenando todo el fondo producían la gravilla particular que recubría todo y de la cual he hablado ya.

Parecía absurdo trazar una historia de este tipo con el reducido conjunto de pruebas que la ponía en evidencia. Las cuencas profundas, mediterráneas, poseen más de 2.500 metros de profundidad y la mencionada, entre Cataluña y Baleares, casi un millón de millas cúbicas de agua. ¿Era posible que tal cosa hubiese ocurrido? O, al contrario, ¿sería ello factible?

No obstante, unos cálculos emprendidos por el Dr. Hsü tendían a demostrar lo relativamente fácil que sería desecar el Mediterráneo. El clima de nuestras regiones es más bien árido. Si el estrecho de Gibraltar se cerrase, calcula Kenneth Hsü que quedaría desecado, al ritmo de los fenómenos naturales actuales, en un millón de años. La relación actual de evaporación/precipitación implica una pérdida de la columna neta de agua de un metro por año, según Fairbridge (1971). Su salinidad superficial, que es de 36,5 por 1.000, cerca de Gibraltar, se incrementa lenta y gradualmente hacia el este. Las aguas profundas poseen temperaturas excepcionalmente altas, de 13° C y baja salinidad. Por otra parte, ¿sería preciso invocar una explicación tan drástica? No pocos geólogos habían concebido qué clase de sales podrían haber sido precipitadas en una cuenca de aguas profundas, inmóviles, cuando el contenido de la salmuera sobrepasa el grado de concentración. La distribución de los hechos evaporíticos reveló que esta fase de sedimentación tuvo lugar en una cuenca profunda. ¿Pero no sería posible que se convirtiera en una zona de salmueras? Pues una procedencia de aguas profundas no podría explicar el origen de la gravilla consolidada y excepcional. Debería, pues, existir otra explicación más convincente para poder aceptar esta desecación.

La palabra árabe *sebkha* se emplea en los países del Golfo Pérsico para indicar planicies áridas del desierto, especialmente las de una llanura costera emplazada en un plano algo más elevado que el de las mareas. Las *sebkhas* resultaron de tan gran interés para los geólogos que se dieron cuenta de que determinados tipos de rocas resultaban prácticamente idénticos a los sedimentos de las *sebkhas*. Ambos se caracterizaban por la presencia de la anhidrita nodular y de la dolomía (carbonato doble de cal y magnesia) estromatolítica, es decir, dispuesta esta última en sucesivos lechos. La anhidrita se forma a altas temperaturas. Debido a que tales cuencas de salmuera raras veces exceden los 35 grados en los fondos, la anhidrita se forma actualmente casi en exclusividad en los sedimentos de las *sebkhas*, precipitándose en los reducidos espacios, poros, etc., próximos al agua de los suelos, tendiendo a crecer en forma de nódulos irregulares muy parecidos entonces a los que se encuentran en los terrenos áridos. La estromatolita es un carbonato laminado que debe su origen al desarrollo de las algas azules - Cianofíceas-. Una densa vegetación de este tipo forma una delgada alfombra en las planicies costeras. Después de una tormenta, la mencionada alfombrilla puede quedar enterrada bajo un delgado manto de sedimentos, pero el crecimiento de las algas persiste, formando nuevas «alfombrillas». Tales alternancias acaban por dar origen a la roca llamada estromatolítica, la cual es común bajo las *sebkhas* arábicas, donde también se forma la anhidrita nodulosa.

En el mar balear el "GLOMAR CHALLENGER" efectuó un sondeo al sur de Mallorca y al norte de la cuenca profunda que separa las Baleares de la costa argelina, a 1.700 metros de profundidad. La perforadora atravesó 300 m. de barros blandos antes alcanzar los estratos duros, y la muestra obtenida resultó una «evaporita», típica del Mioceno superior, tal como se esperaba encontrarla. Lo que más sorprendió a los que sostenían una precipitación salina en aguas profundas fue que las muestras obtenidas resultaron de anhidrita nodular y de la dolomía estromatolítica, tal como se han descrito en el párrafo anterior.

La estromatolita no puede formarse en aguas profundas porque el crecimiento de las algas requiere la luz solar. Además, no era posible esperar que el fondo del Mediterráneo llegase nunca a la temperatura de los 35 grados, necesaria para precipitar la anhidrita. Más tarde se confirmaron las sospechas de que las «evaporitas» mediterráneas fueron depositadas en una planicie desértica. Resultaba imposible que tales sedimentos se hubiesen originado a varias millas de profundidad.

Así pues, la anhidrita se originó en una planicie desértica. ¡Pero qué enorme extensión debió de alcanzar! Ahora la encontramos hundida a 500 y 2000 e incluso a más metros de profundidad. ¿Tenemos seguridad de todo ello? La Dra. María Blanca Citá estudió los fósiles microscópicos de los estratos marinos, tanto los que descansan encima de la anhidrita como los que se hallan bajo ella, y su trabajo revela que en ambos casos se trata de lechos marinos, pelágicos. Es evidente, pues, que la cuenca resultaba aún profunda cuando estaba abierta al Atlántico, pero se convirtió en una depresión más alta cuando se cerró, de modo que ahora parecen sedimentos marinos intercalados hasta unas 15 veces. Ello tiende a confirmar que el flujo atlántico pudo resultar intermitente durante el transcurso de un millón de años en determinados sectores mediterráneos occidentales. Durante toda la campaña de exploración se pudo confirmar que los gráficos de las eco-sondas de evaporitas se extendían por todas partes. Pero las muestras sacadas pertenecían, hasta aquellos momentos, a carbonatos y sulfatos y no a una verdadera roca salina.

A estas últimas no era fácil obtenerlas. Primero, por la dificultad de localizarlas con exactitud; segundo, por la facilidad en disolverse hasta que llegan al barco. Los carbonatos y sulfatos, menos solubles, se encuentran principalmente en los bordes de las depresiones, mientras que la sal –más soluble- suele depositarse en la porción central, más profunda, de la cuenca. Así pues, para explorar los domos salinos habría que sacar materiales situados bajo la llanura abisal. Una perforación, al oeste de Cerdeña, atravesó 300 m. de barros blandos, pero al final sacó un cilindro de cristales transparentes de la roca salina; precisamente de 2.500 m. de profundidad.

Intercalados entre los lechos de sal se hallaron finas gravillas transportadas por el viento, conteniendo cuarzo de origen continental y conchas rotas de Foraminíferos. Estos diminutos organismos marinos prosperaron durante los intervalos en que se impusieron las aguas marinas. Después, al desecarse el mar, fueron transportados por los vendavales a través del desierto hasta ser abandonados sobre las playas de un lago salobre y, con el tiempo, quedaron envueltos por la roca salina. Anhídritas nebulosas y grietas de barros, llenas de sal, atestiguan la presencia de un residuo lacustre y el descenso alternativo de la playa. Estos fragmentos de rocas salinas examinados al microscopio revelan una serie de recristalizaciones, muy semejantes a lo que ocurre en las salinas de la Baja California, etc. La similitud termina, no obstante, cuando se piensa que las primeras están situadas al nivel del mar; en cambio, las segundas, desérticas, mediterráneas, se hallan a unos 2.500 m. más abajo.

Los trabajos de los científicos norteamericanos sólo habían «arañado» –digámoslo así- la superficie de un inmenso depósito de sal. Según los reconocimientos geofísicos, la sal mediterránea debería poseer una potencia de unos 1.500 a 1.800 metros, valoración que no se aparta mucho de la comprobada en algunas canteras de Sicilia, donde se encuentran formaciones salinas del Mioceno superior con espesores casi semejantes. Ello induce a pensar que la zona «evaporítica» siciliana representa un segmento del Mediterráneo que fue empujado hacia arriba por las presiones del antiguo bloque africano sobre la corteza contraída, mediterránea, hace de ello unos pocos millones de años.

Las muestras de los sondeos son muy reveladoras y tres perforaciones, baleárica, tirrénica y jónica, lo confirmaron plenamente. Tan sólo un gran sistema de fallas ha venido posteriormente, durante el Plioceno-Cuaternario, a hundir estas grandes cuencas mediterráneas, descansando ahora a gran profundidad. Estudios muy recientes confirman que, en la zona del Mediterráneo oriental, la cuenca evaporítica desecada resultó aún más acentuada y extensa que en la occidental. En la primera hubo diversas intermitencias y una más prolongada influencia marina del estrecho Norte-Bético, en la zona levantina y baleárica. Pero el resultado final es el que ha descrito, imponiéndose la evaporación y la desecación en todas partes durante los tiempos del Mioceno superior; en el área baleárica entre ellas, dando en todas partes, sedimentos finos repletos de diminutos crustáceos –*Cyprideis pannonica* y *C. heterostigma*- , acompañados de unos foraminíferos, *Ammonia beccaril tepida*, afectados estos últimos de «enanismo» debido a la baja salinidad de las aguas.

Pero después de la sequedad llegó nuevamente el agua. Los mismos sondeos revelan que después de la formación del «lago mediterráneo» y de las evaporitas, con sus zonas pantanosas y de *sebkhas* áridas, las aguas marinas volvieron a sumergir inmensas regiones al final de la época miocena, hace de ello unos 5 millones de años. El primer depósito que se conoció de este hecho es una arcilla gris, de unos 12 centímetros de espesor, depositada mientras volvía a llenarse la cuenca, seguida de un barro blanco que contenía fragmentos de tierras rojas. El motivo de este cambio radical era que el estrecho de Ceuta - Gibraltar volvía a abrirse y las aguas atlánticas penetraban nuevamente en el Mediterráneo, esparciéndose en amplios sentidos y dejando unos barros blancos repletos de microorganismos nadadores – Globigerinas- que nos dan ahora la edad de tales formaciones. Los científicos norteamericanos apuntan que los primeros homínidos primitivos, los Africanthropos, pudieron contemplar estos hechos atraídos por el ruido de las aguas. Con ello hemos alcanzado los tiempos Pliocenos, durante los cuales las temperaturas de nuestras latitudes iniciaron un sensible descenso.

Cuando los barros pelágicos, Pliocenos, empezaron a depositarse en el área mediterránea, las aguas habían alcanzado niveles superiores a las del Mioceno, encontrándolos ahora todo barro sobre las costas catalanas (Ciurana, Papiol, Molins de Rei, etc.), en Mallorca, en el Golfo de Almería, Málaga, valle de Tetuán, costas argelinas, etc. Además de los organismos flotantes – Globigerinas- contenían otros que vivieron en sus fondos. El Dr. Benson estudió los Ostrácodos (diminutos crustáceos) y el Dr. Bandy los Foraminíferos.

Ambos llegaron a la conclusión de que en aquellos momentos los fondos mediterráneos resultaban más fríos, o más profundos, que los de ahora. Aquellos nuevos inmigrantes del Atlántico pasaron a través del corte de Gibraltar, pero una parte de ellos desapareció cuando disminuyó el influjo de las aguas frías y profundas del Atlántico.

Mientras se perforaba y se obtenían muestras de la formación «evaporítica» se encontró un sedimento muy particular, que contenía diminutos cristales de dolomía, juntamente con Diatomeas fósiles –plantas microscópicas provistas de un caparazón silíceo- que el Dr. Stradner, de Viena, reconoció que se trataba de especies que únicamente habían podido desarrollarse en aguas dulces o salobres. Al sur de Grecia –Creta- el Dr. Decima, italiano, encontró también Ostrácodos que sólo habían podido vivir en aguas dulces, *Cyprideis pannoica*, etc. Este problema se solucionó cuando se compararon tales datos con los que proporcionaban una gran parte de los materiales provenientes de la Europa oriental, recubierta entonces por aguas dulces o salobres durante el Mioceno superior y su continuidad en el Plioceno. Este «lago-mar» se extendía desde Viena –cuenca pannónica- por Hungría, Mar Negro - cuenca pónico-euxínica- y la más oriental, la cáspica-aralo, de las cuales estas masas ahora existentes, no son más que un pálido residuo del llamado Paratethys, o sea, el mar primitivo, muy vasto, del Secundario.

Estas masas de aguas dulces provenían del sector NE de Europa, entonces húmedo y frío – Plioceno- vertiéndose en el Mediterráneo oriental. Con el levantamiento, cada vez más marcado, de las montañas carpáticas, se inició otro sistema de drenaje, de donde salían sus aguas hacia el norte. El grifo del mediterráneo oriental quedaba cerrado. Pero con el aumento del nivel marino, mediterráneo, durante el Plioceno, que acabó con las formaciones lagunares y del «lago-mar», las aguas pliocenas, marinas, penetraron ampliamente en determinadas zonas antes continentales. Así se explica ahora que en un sondeo efectuado a finales del pasado siglo en el sur de Francia, se descubriera casualmente la existencia de un profundo barranco bajo la llanura de Valence. El barranco estaba excavado en una roca granítica y a una profundidad más baja que la del actual nivel mediterráneo. Las muestras obtenidas a un cierto nivel demostraron que el barranco estaba cubierto de sedimentos marinos de edad pliocena y a su vez recubierto por arenas y gravas del Ródano actual, comprobándose más tarde que se extendía unos 12 kilómetros entre Lyon y Valence, prolongándose hasta el mismo delta del Ródano, donde se señaló su presencia a unos 900 m. de profundidad. Tal hallazgo viene a explicar otros del mismo tipo en nuestros días.

Por ejemplo, el geólogo ruso Chumakov explica que en las perforaciones preliminares para encontrar el subsuelo de rocas duras en la gran presa de Assuán, en el alto Egipto, dieron con la presencia de un barranco angosto, por debajo del nivel actual del mar y a unas 75 millas del Mediterráneo. Este valle había sido inundado por las aguas marinas, pliocenas, con sus microorganismos pelágicos –como los de Valence- los cuales también han permitido averiguar su edad, siendo más tarde recuperados por los aluviones del Nilo. En Siria, Libia, etc., se han señalado casos semejantes. Estos canales, ¿existen en otras partes? Pues sí, ya que los trabajos del geólogo francés Boucart lo han demostrado, habiéndose reconocido a lo largo de la plataforma y su pendiente continental mediterránea. La mayor parte de ellos pueden estar relacionados con los ríos actuales más cercanos y ser seguidos hasta profundidades de 1.800 a 2.500 metros. Nunca se había podido explicar, de manera tan satisfactoria, la génesis de estos cauces, hasta que se demostró que el Mediterráneo estuvo en seco hacía unos 6 millones de años de nosotros.

Con no pocas precauciones, los investigadores americanos y de otros países fueron aceptando estas nuevas ideas. Actualmente un solo interrogante se impone. ¿Podían pertenecer, en parte, tales masas salinas mediterráneas a los depósitos secundarios del Trías, los cuales no faltan en el piso del Keuper? Pero ningún dato seguro ha venido a comprobarlo. Un Mediterráneo desecado, hondo, y en parte desértico, etc., venía a producir un fuerte impacto en los conocimientos actuales. No obstante, la realidad de los hechos observados lo impone. De ello he procurado en estos instantes dar un esquemático resumen, el cual, como en todas las simplificaciones, no puede dar más que una visión incompleta y deformada de la realidad.

Terminaré con las mismas palabras que emplea Kenneth Hsü, utilizando la lógica detectivesca del gran personaje Sherlock Holmes, el agudo esclarecedor de los misterios. «Es vieja máxima –escribió- que cuando uno ha excluido lo imposible, lo que queda, sea lo que sea y por improbable que sea, tiene que ser verdad».

Y con ello pido perdón por mi larga y mal hilvanada disertación.