



- ◆ Trabajo realizado por el equipo de la Biblioteca Digital de la Fundación Universitaria San Pablo-CEU
- ◆ Me comprometo a utilizar esta copia privada sin finalidad lucrativa, para fines de investigación y docencia, de acuerdo con el art. 37 del T.R.L.P.I. (Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual del 12 abril 1996)

La transferencia de tecnología árabe hacia la Península Ibérica durante la Edad Media

Rafael Pampillón (*)

INTRODUCCION

Arabia quedó unificada antes de que Mahoma hubiese muerto (632). Al poco tiempo sus sucesores iniciaron una extraordinaria expansión militar. Durante el califato de Omar los árabes ocuparon Siria (Damasco, 635) y Palestina (Jerusalén, 638), invadieron el Imperio Persa Sasánida (Nehavent, 642) y conquistaron Egipto. Los omeyas (Damasco, 661-750) aceleraron tan vertiginosas conquistas: durante el califato de Walid I (705-715) ocuparon la Transoxiana y tomaron contacto con el Imperio Chino, alcanzaron el Indo y cruzaron el estrecho de Gibraltar (Guadalete, 711). En fechas cercanas fueron detenidos en todos los frentes: los francos de Carlos Martel lo hicieron en Poitiers

(*) Doctor en Ciencias Económicas y profesor de Política Económica de la Universidad de Barcelona. Este artículo tiene su origen en una conferencia que dio el autor en el Instituto Hispano-Arabe de Cultura en mayo de 1980.

He de agradecer a don Manuel Pelaez Albendea (profesor de Historia del Derecho en la Universidad de Barcelona, doctor en Ciencias Políticas por la Universidad Complutense de Madrid y doctor en Filosofía y Letras y licenciado en Derecho por la Universidad de Barcelona) las correcciones hechas a este trabajo de investigación, y al arabista Rafael Díaz (de la Universidad de Zaragoza), las orientaciones e indicaciones metodológicas prestadas.

(732), los bizantinos de León III en Acroinon (740) y los chinos en Talas (751). La nueva dinastía abasida (Bagdad) llevó al Islam a su máximo apogeo cultural, pero el imperio empezó a desintegrarse políticamente por sus extremos. Abdal-Rhaman I declaraba el emirato independiente de Córdoba (756) y en el norte de Africa se establecían dinastías independientes (Indrisistas. Aglabitas) que alcanzaban Egipto (1).

En este contexto internacional de expansión y sedimentación del mundo árabe fue cuando España, durante los siglos de la alta y plena Edad Media, recibió un enorme caudal de aportaciones culturales árabes, propiciadas por la invasión y establecimiento de esta nueva comunidad etnológica y lingüística en la Península. Los musulmanes integraron el territorio peninsular en la comunidad islámica, caracterizada por sus elementos religiosos y políticos y por un vínculo social que bajo la autoridad de Alláh y del dirigente Imán, encauza todas las actuaciones prácticas del potencial humano, del tejido social, a él sometido. El poder de dirección se consigue y mantiene por la fuerza, aunque, poco a poco, los alfaquíes van elaborando principios que

pueden servir de líneas maestras de pensamiento para el buen gobierno y administración económica de la comunidad. El musulmán no quiere la anarquía; desea simplemente un poder que le permita vivir bajo la ley religiosa de la comunidad. Los califas reciben el juramento de fidelidad de todos sus súbditos. El emir es reconocido por todo el mundo. Su único freno es la ley coránica. El pueblo, aun no teniendo ninguna participación en el poder, puede rebelarse, como ocurriría en el 741 con los bereberes que habitaban en la meseta, quienes, por causas económicas relacionadas con la explotación de la tierra, se levantarían contra el poder central, dirigiéndose desde el centro de la Península Ibérica hacia el sur y regresando, en el caso de algunas familias, al continente africano, su lugar de origen.

Los árabes aportaron cultura, tecnología y ciencia elevando el desarrollo de la Península Ibérica —según zonas y épocas hasta cotas difícilmente imaginables en el uniformismo visigodo de la época anterior—. La tesis clásica de Pirenne (2) sobre el cambio radical que supuso la llegada de los ára-

(1) J. Roig: *Atlas de Historia Universal y de España*. Tomo I. Vicens Vives. Barcelona, 1973. Pág. 40.

(2) Consultamos la edición de la obra, H. Pirenne. *Mahometto e Carlomagno*, trad. de M. Vinciguerra. Bari, 1973, con un interesante prólogo del profesor bolognès Ovidio Capitani.

bes a Occidente es, hoy por hoy, sostenida con las observaciones que ya le fueron hechas en su momento (3). Este fenómeno es constatable en el nivel de vida, superior de Al-Andalus a los estados cristianos de la Reconquista, aunque en este contraste más amplio de civilizaciones y tecnologías, las pestes del siglo VIII, la presencia normanda en el Mediterráneo y la piratería fueron elementos que frenaron notablemente el intercambio tecnológico en los primeros momentos.

La penetración árabe en la Península trajo consigo una expansión económica sin precedentes en los siglos VIII y IX, con acuñaciones de moneda de oro, plata y cobre, desconocidas en la economía de trueque de los estados cristianos del norte (4). El árabe es en esa época la lengua del progreso, y a través de los árabes se producen adelantos tecnológicos en España propios de una civilización superior (5) a la que Occidente había heredado de la decadencia romana y de los bárbaros. Fueron, por tanto, los árabes unos transmisores de ciencia y tecnología a Europa, lo cual llevó a decir al profesor Vicens Vives que «los musulmanes fueron quienes, con amplio sentido de tolerancia, abrieron a la ciencia europea aquel fecundo contacto entre la realidad y la especulación científica que debía desembocar en la

técnica del mundo occidental» (6).

Con la llegada a Occidente de esta nueva civilización se desarrolla una organización económica y social diferente a la existente hasta entonces. La mayoría de los autores están de acuerdo en «la gran superioridad de los árabes en la economía, la cultura y la administración» (7) frente a los núcleos cristianos de la Península, durante la Edad Media. La superioridad tecnológica y cultural, de Abd-al-Rahman III sobre el reino de Asturias-León o la Cataluña Vieja es incuestionable; durante su califato se acuñaron entre 8 y 15 toneladas de oro, según los autores (8). Sin embargo, el sistema monetario utilizado es de imitación bizantina, no originariamente musulmán. Copiado en Oriente y trasplantado al suelo de la Península algunas decenas de años después de producirse las primeras invasiones.

Los musulmanes entran en la Península el año 711 (9) y permanecen en ella hasta, prácticamente, finales del siglo XV. Ocho

siglos de inevitables relaciones entre las comunidades cristiana, musulmana y también judía (10), con efectos culturales, sociales, políticos y económicos muy importantes. Y no existe nada tan difícil como explicar el «status» jurídico de unos y otros. Gracias a este multiforme conjunto de relaciones, se producen entre las tres comunidades intercambios de conocimientos industriales y artesanales que convierten a Al-Andalus en una de las áreas culturales y técnicas más florecientes de aquella época. Intercambio que tiene su base en el factor humano. Por eso la transferencia de tecnología de los musulmanes hacia la cultura cristiana occidental la hacen los mozárabes en un principio. Pero cuando la dominación cristiana es mayor, allá por el siglo XIII, y por tanto los mozárabes como tales ya no tienen sentido, son los mudéjares quienes como antiguos habitantes de Al-Andalus transmiten el legado técnico árabe junto con el heredado de los aljandrinos, a Europa a través de la Península (11).

Los musulmanes no solo trajeron sus propias técnicas, sino que aprovecharon bastantes sistemas agrícolas de la época romana. Y así, en el siglo XII, el tratado agrícola de Abu Zacaira (12) muestra

(6) Vicens Vives: *Historia Económica de España*. Barcelona, 1959.

(7) R. Pernaud: *¿Qué es la Edad Media?*. Aldaba, Madrid, 1979.

(8) Ver G. C. Miles: *The Coinage of the Umayyads in Spain*. New York, 1950. Págs. 12-37 y Pio Beltrán, *El sistema monetario del califato de Córdoba*. Ligarzas I, 1978. Págs. 7-77.

(9) La invasión ha suscitado notables polémicas entre los autores y posiciones doctrinales diferentes que van desde R. D'Abadal, *El paso de Septimania del dominio godo al franco a través de la invasión sarracena 720-768*, Cuadernos de Historia de España XIX, 1963. Págs. 5-54; Jean Laçam, *Les sarrazins dans le haut Moyen Age* française. Paris, 1965 (en esta obra resulta muy interesante la introducción de Gaston Weit). De mayor interés son las conclusiones a que llega C. Sánchez Albornoz, entre otros trabajos, en *Notas para el estudio de dos historiadores hispano-árabes de los siglos VIII y IX*, Boletín de la Universidad de Santiago, VIII, 1933. Págs. 401-440; también *Guadalete y Covadonga*, I y II. Sobre el lugar en que lucharon visigodos y musulmanes y sobre la fecha de la batalla de Covadonga. Cuadernos de Historia de España, I y II, 1974. Págs. 11-114; *Itinerario de la conquista de España por los musulmanes*, Cuadernos de Historia de España, X, 1948. Págs. 1-106.

Se puede también ver C. Cahen, *L'histoire économique et sociale de l'Orient musulman medieval*. Studia Islámica. París, 1955. T. III.

(10) Sobre la actuación de los judíos en estos momentos ver E. Asthor: *Histoire des juifs dans l'Espagne musulmane*. Jerusalén, 1966, quien modifica algunas tesis que años antes mantuviera L. Torres Balbas: *Mozarabias y juderías de las ciudades hispano-musulmanas*. Al-Andalus, XIX, 1954. Págs. 172-197.

(11) Vicens Vives: *Historia Económica de España*. Barcelona 1959.

(12) Es preciso tener en cuenta la abundante literatura agronómica que produjo Al-Andalus. Entre toda ella destacan los calendarios agrícolas y los tratados de agricultura como el publicado en 1802 en Madrid con el título de *Libro de agricultura*. Su autor es el excelente doctor Abu Zacaria. Esta obra de Ibn-al-Awwam, más conocido por el mencionado nombre, refundía un conjunto de conocimientos de

(3) C. M. Cipolla: *Encore Mahomet et Charlemagne. L'économie politique au cours de l'histoire*. Annales IV, 1949. Págs. 4-9.

(4) La calidad de esta moneda es superior técnicamente a la visigoda, utilizándose a partir de Abd-al-Rahmán I con más frecuencia los tipos omeyas que los abbasies. En el año 763 (año 146 de la Hégira), este monarca realizó una reforma monetaria tendente a establecer la siguiente proporción: 1 dinar = 10 dirhemes cailes = 14 dirhemes dájeles. En relación a la moneda carolingia, la civilización cristiana más sólida del momento, la proporción es de 1 dinar = 20 monedas de plata carolingias.

(5) Cfr. entre otros a C. Pellat: *Etudes sur l'histoire socio-culturelle de l'Islam, (VIIe-XVe S.)* París, 1976.

la excelente técnica árabe, que en todo momento supieron adaptar a las condiciones agrícolas de la Península. La tierra en España fue



otros sabios toledanos y granadinos anteriores. No deja de ser curioso que fuera Campomanes quien «...considerándola de interés nacional —en pleno siglo XVIII—, mandó a Blanquero que la tradujera, con lo que la puso al alcance de los terratenientes» (J. Vernet, *Historia de la Ciencia Española*. Instituto de España. Cat. Alfonso X el Sabio. Madrid, 1975.) Existió una *Agricultura Nabatea* escrita en el 909, y un *Libro de las plantas* de Abu Hanifa al-Dinawari (m. en 895) conocidos en España a mediados del siglo X, ya que fue objeto de un comentario en 60 volúmenes por parte del almeriense Ibn Ujt Ganim (Vid. J. Vernet, *Historia de la Ciencia*. Pág. 65). En este sentido la más antigua obra de agricultura es *Al-Filaha al-nabatiyya*, de Ibn Wahshiyya, compuesto hacia el 904 de nuestra era. Poco tiempo después aparecería otro tratado sobre la agricultura griega o bizantina, *al-Filaha al-rumiyya* de Kustus al-Rumi (arabización del nombre griego del autor, ya que el original había sido traducido por Sardjis ben Hilya al-Rumi). En estos tratados de agricultura, como en las obras escritas con posterioridad, se analizan diferentes fenómenos relacionados con la técnica de aprovechamiento del suelo, fertilizantes naturales, sistemas de irrigación, plantaciones, etc. Estas obras, por medio de diferentes copias, fueron llevadas a los distintos lugares donde se expandió la conquista y la civilización árabe, siendo conocidas en España. En esta misma línea puede verse la obra de G. Schweinfurth: *Arabische Pflanzennamen aus Aegypten, Algerien und Jemen*. Berlin, 1912. Cfr. B. Lewin, *The book of Plants of Abu Hanifa ad-Dinawari*. Leyden, 1953. Págs. 13-26 y 87 ss. Además en África también se leerían las obras del botánico cordobés de Abu l-Kasim al-Zahrawi, fallecido en 1010, cuyo compendio de agronomía, *mukhtasar kitab al-Filaha*, fue descubierto y editado por H. Pérès hace ya algún tiempo.

Hay una larga relación de agrónomos andaluces, con sus respectivos tratados en árabe, cuyas obras reflejan unas técnicas y unos métodos orientales, que luego andando el tiempo serán exportados al propio Oriente desde Al-Andalus. La obra de José María Millas es una importante aportación sobre el tema. Ver, por ejemplo: J. María Millas Vallicrosa, *El libro de la agricultura de Ibn Wafid y su influencia en la agricultura del Renacimiento*. Cap. IV de «Estudios sobre historia de la Ciencia Española». CSIC, Instituto Luis Vives. Barcelona, 1949. Del mismo autor, *La traducción del tratado de agricultura de Ibn Wafid*, Al-Andalus, 1943. Págs. 281-333. *Sobre bibliografía agronómica hispano-árabe*, en el Boletín de la Real Academia de la Historia. 1956.

parcelada entre los pequeños propietarios de origen hispanovisigodo, mientras que los grandes latifundios estaban en poder de los musulmanes. Andando el tiempo llegó a haber una concentración de tierras en manos de las familias más potentadas. Un ejemplo muy concreto lo tenemos en la vega granadina, donde las tierras de cultivo más fértiles pertenecían a los emires. Aunque la técnica introducida en la explotación cerealista no resultaba muy novedosa, no podemos decir lo mismo en relación a otros productos frutales y hortícolas, así como de la caña de azúcar y el azafrán, donde las implantaciones de una tecnología novedosa produjo un excedente productivo luego comercializable en mercados exteriores orientales o en la misma Génova (13).

A continuación analizamos algunas de las introducciones tecnológicas realizadas por los árabes en la Alta Edad Media. Los avan-

ces industriales que describiremos, junto con el desarrollo de las ciudades, son el punto de partida de la industria medieval. Las industrias y ciudades del Medievo son una herencia recogida de los árabes españoles y base del desarrollo económico del Imperio de los Austrias.

El aumento considerable de la industria en la Península en la época de dominación musulmana fue debido fundamentalmente a cuatro factores:

1. El gran desarrollo de la agricultura motivado sin duda por los adelantos tecnológicos introducidos.
 2. El aumento de la población en las zonas dominadas por los árabes.
 3. Un potente comercio que se desarrollaba a través del Mediterráneo, sobre todo hacia los pueblos del norte de África y Oriente Medio, desde los puertos españoles y especialmente desde Málaga y Almería, lo que permitió introducir importantes tecnologías navales desconocidas en Occidente.
 4. Un sinnúmero de conocimientos industriales introducidos en la Península por las sucesivas invasiones islámicas.
- Resumiendo, podemos decir

(13) Cfr. Jacques Heers: *Le royaume de Grenade et la politique marchand de Gènes em Occident (xvème siècle)*. Le Moyen Age 1955. Págs. 87-121; Gabriella Airdi: *Genova e Spagna nel secolo XV: Il Liber damnificatorum in regno Granate*. Génova, 1966.

que los árabes transmitieron su arsenal tecnológico a Occidente a través —fundamentalmente— de España. Los conocimientos técnicos de los países árabes eran de tres tipos: agrícolas, industriales y navieros.

TECNICAS AGRICOLAS

En cuanto a la agricultura, y debido a la escasez de agua en los países árabes de procedencia, tuvo una especial importancia la tecnología de irrigación (14). Así, por ejemplo, la red de canales del Eufrates, según descripciones de la época, era perfecta, y en el siglo IX contaban con numerosos empleados e ingenieros (muhen-dis) que se encargaban de su construcción y vigilancia. Esto permitió transmitir los procedimientos de irrigación orientales a las huertas andaluzas y levantinas (15).

Gracias a estas mejoras tecnológicas, la mayoría de las huertas —nacidas a orillas del Ebro, Jalón, Guadalquivir, Turia, Júcar y Segura— pasaron a manos de los hispano-cristianos, a partir del siglo XII, «cuando contaban ya con un sistema de riego que los hispanomusulmanes habían perfeccionado con respecto al de las épocas anteriores» (16). Estas innovaciones de los árabes en el

agro español permitieron enriquecer la dieta (17) y las producciones agrarias que se realizaron, teniendo muy en cuenta las posibilidades que tenía la Península Ibérica (18). Además de la irrigación se introdujeron, a través de los territorios ocupados por los árabes, nuevos cultivos (19) y la noria (20). Entre el 830 y el 925 en época de Abd-al-Rahman II y III,

sobre el régimen de riegos en la región de Veruela en los siglos XII y XIII. Al-Andalus. 1945.

(17) Sin ser representativo por su carácter excepcional, en la dieta de un andalusí de nuestro Medievo cabría citar aquí el *Recetario de cocina hispano-musulmán de los siglos XI-XII*. A. Huici Miranda. Valencia, 1965.

(18) Estas técnicas, tan difundidas por la administración romana, habían sido totalmente abandonadas en amplias regiones cristianas. Continuaron, sin embargo, utilizándose en las regiones islámicas de Siria e Irak. Tal vez quepa recordar aquí cómo Zubaida, esposa del famoso califa Hrun al Rashid, proporcionó agua a los habitantes de la Meca. Una importante obra es el acueducto de Sevilla. «A Sevilla les almohades mettront fin à la peine des porteurs d'eau par la construction d'un aqueduc», Gaston Wiet *Les techniques dans l'Islam en la obra* dirigida por Maurice Daumas: *Les origines de la civilisation technique*. París, 1962. Pág. 347.

(19) Muchos de estos cultivos han conservado su nombre árabe entre nosotros. Así el azúcar de caña desplazó al hidromiel y productos similares y aparece citado en el 643 en Egipto y más tarde en Siria (680), Chipre (700) y España (714). J. Vernet, *Historia de la ciencia española*. Instituto de España. Cátedra Alfonso X el Sabio. Madrid, 1975. Entre los nuevos cultivos se encuentran: árboles frutales (manzanas, higueras, granados, almendros, naranjos), plantas aromáticas (azafrán), o textiles (lino, algodón). Hacia el siglo X aparecen plantas tropicales o subtropicales procedentes del Oriente: el limonero y naranjo, caña de azúcar, algodón, morera (gusanos de seda) ... Robert Mantran, *La expansión musulmana*. Nouvelle Clío-Labor. Barcelona, 1973. Págs. 208-209. Además se introdujeron nuevos cultivos con fines especiales; el alforfón o maíz sarraceno, el lúpulo, el arroz y la caña de azúcar ... cardencha, el glasto de plantas de teñir. A. Crombie, *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo*. Alianza Editorial. Madrid, 1974. 2 vol.

(20) José Manuel Cuenca: *Historia de España*. Danae. Barcelona, 1973. Tomo I. Pág. 195. Wiet nos describe la noria de la siguiente manera:

«Les roues hydrauliques étaient mues par le courant même des fleuves, servant

se producen mejoras agrarias debidas a la introducción de una mayor sofisticación en el abonado de la tierra, lo cual llevó consigo «un progreso en los rendimientos de los cereales cultivados y a la introducción, por parte de los árabes, de nuevas especies como el arroz, de más alto rendimiento que los cultivos practicados hasta entonces en la Península» (21). Todo esto permitió al Islam disfrutar de «una agricultura mucho más próspera, variada y rica que la de los países cristianos» (22) de aquella época.

Aunque sea de forma marginal, es necesario indicar algunas de las mejoras ganaderas efectuadas por los árabes en la Península Ibérica. La principal aportación a la ganadería hispano-árabe fue, sin duda, la mejora de las lanas castellanas que se produjo después del 1300 como consecuencia del cruce de las ovejas del país con otras traídas del norte de Africa, del país de los Banu Marim o benimerfes. De este cruzamiento resultó la raza conocida como «Merina» (23). La cría de caballos y la introducción de la herradura estuvo muy influida por las prácticas árabes, y las mejores obras sobre

la force motrice pour des moulin à farine ou papier. La roue qui fonctionnait à Tolède était gigantesque, mesurant 90 coudées de diamètre; cette technique passa d'Espagne au Maroc». Gaston Wiet, *Les techniques dans l'Islam en la obra* dirigida por Maurice Daumas, *Les origines de la civilisation technique*. PUF. París, 1962. Pág. 340.

(21) J. A. García de Cortázar ob. cit., pág. 77. No hemos podido encontrar datos concretos sobre los rendimientos de la tierra. Lo más cuantitativo son expresiones como ésta: «Caven con una estaca —los rábanos— e pusieren en cada forado un grano o dos, faser se han muy grandes de luengo e de ancho tamanno como el de estaca». Millas Vallicrosa: *La traducción castellana del tratado de agricultura de Ibn Wafid*. Al-Andalus. 1943. Pág. 318.

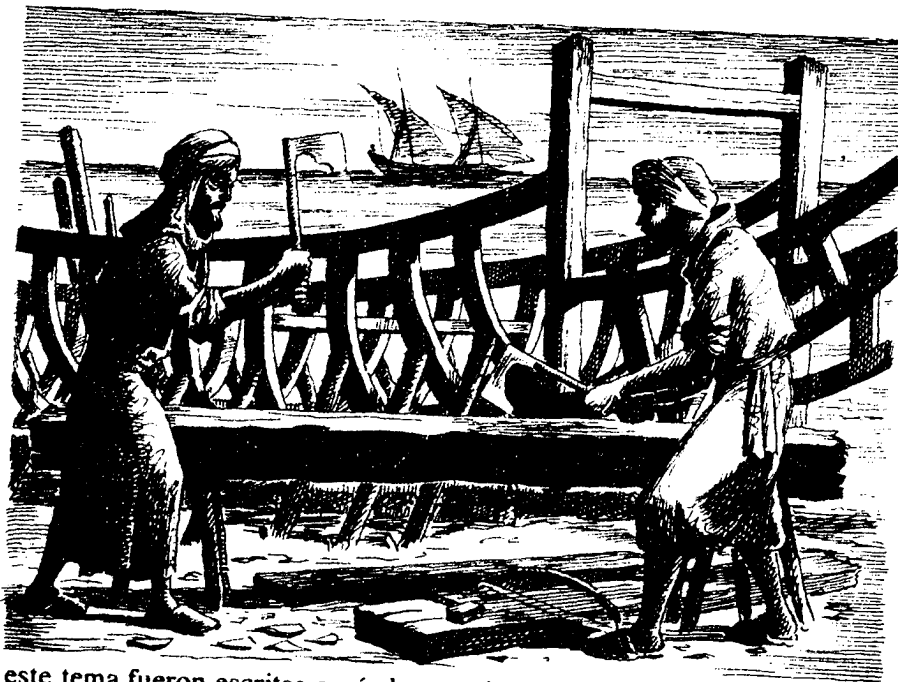
(22) V. Vázquez de Prada: *Historia Económica Mundial*. Tomo I. Rialp. Madrid, 1972. Pág. 98.

(23) Para más extensión cfr. Robert S. López: *The origin of the Merino sheep*. The Joshua Starr Memorial Volume. New York, 1953. Traducción española en *Estudios de Historia Moderna*. Barcelona IV, 1954. Págs. 3-11.

(14) Ver Aly Mazaheri: *La vie quotidienne des musulmans au Moyen Age* (Xème au XIIIème siècles). Paris, 1964. Págs. 228-230 para los sistemas de irrigación y todo el cap. VIII; págs. 222-255 para la vida rural. Interesante porque siguen diversos manuscritos árabes y persas en el estudio y análisis del campo y de la tecnología agrícola árabe. También se puede ver en Levy Provençal, *L'Espagne musulmane au Xème siècle. Institutions et vie sociale*. Paris, 1932.

(15) A este respecto se puede ver el artículo de J. Vernet y A. Catala: «Un ingeniero árabe en el siglo XI: Al-Karayl». Al-Andalus, 1970. Págs. 62-92. En el se comenta el *Kitab inbat al miyat al jafiyya*, una obra del mencionado autor sobre las conducciones de agua y los canales.

(16) J. A. Cortázar. *Historia de España*. Alfaguara, II. La Época Medieval. Alfaguara. Madrid, 1979. Pág. 243. También se puede ver A. González Palencia, *Notas*



este tema fueron escritas en árabe en los siglos XIII y XIV. Los reyes de Castilla introdujeron leyes que regulaban en general la crianza de yeguas y los árabes habían hecho árboles genealógicos de la línea de la madre, aunque la costumbre occidental ya desde el siglo XIII parece haber sido la del padre, por lo que de cuando en cuando se importaban garañones árabes (24). Otra de las técnicas conocidas en España mucho antes que los cruzados la redescubrieran en Oriente (1090) fue la cría y utilización de palomas mensajeras (25). En el siglo XIII fue introdu-

cida por los árabes en España otra ave, la gallina de Guinea o la gallina india (26).

TECNOLOGIA DE LA MADERA Y DE LA NAVEGACION

A lo largo del siglo IX comienza en la Península (y más concretamente en Al-Andalus) unas mejoras tecnológicas en el transporte y en la explotación de la madera (27), como consecuencia de la necesidad de materia prima para la construcción de buques. Se producen igualmente mejoras técnicas (28) en la construcción de na-

buenas noticias. Yo, por tanto, le confiaré las cartas que te destino: Ahí las tiene, situadas en una de las plumas remeras.» J. Vernet, *La cultura hispano-árabe en Oriente y Occidente*. Ariel, Madrid, 1978. Pág. 233.

(26) Combric. A. C. Ob. cit. Pág. 172.

(27) La explotación de la madera no estuvo exenta de una serie de problemas; cfr., por ejemplo, Lombard: *Un problème cartographique: les bois dans la Méditerranée musulmane (VIIème-XIème siècles)*. Annales. ESC, 1959.

(28) Una de estas mejoras es la utilización de la vela latina. «La voile latine, écrit M. Robert Lopez, les influences orientales et l'éveil économique de l'Occident paraissent acquis comme un emprunt orien-

vos (29), lo que les permite ganar en capacidad y rapidez, sirviendo no sólo de instrumento bélico para defenderse de los normandos en sus incursiones por Al-Andalus, sino también para un comercio que se iba haciendo cada vez más importante. Estas técnicas de navegación introducidas en el siglo IX no se alteraron ni mejoraron sensiblemente hasta el siglo XII (30). La brújula, introducida por los árabes en el siglo XIV, mejoró la navegación por el Mediterráneo y posteriormente por el Atlántico, aunque con anterioridad había sido utilizada por los árabes en su navegación por el Indico (31).

CONOCIMIENTOS INDUSTRIALES

Diversos fueron los conocimientos industriales que los árabes introdujeron en España. Muchas de

tal, malgré son nom.» Gaston Wiet, *Les techniques dans l'Islam*, en la obra dirigida por Maurice Daumas, *Les origines de la civilisation*. Pág. 356. Y la primera descripción de la vela latina aparece en Ibn Hawqal (*Kitāb sūrat al-ard*). *Configuration de la terre*. Trad. de J. H. Kramers y G. Wiet, París, 1964. Pág. 154. Parece ser que las observaron en el delta del Nilo.

(29) Francisco Morales Belda: *La marina de Al-Andalus*. Barcelona, 1970. Págs. 23-55.

(30) El timón de codoratre puede ser una excepción de técnica árabe introducida con posterioridad al siglo X. Cfr. Ibn Yubair Rihla. Leyden, 1907. Pág. 320. Trad. francesa de Godefroy Demonbynes. París, 1949. Pág. 375 denota que a principios del siglo XII ya estaba introducido el timón de codoratre en el Mediterráneo oriental. J. Vernet, *La cultura*... Pág. 239.

(31) Sobre la brújula se puede ver J. Vernet: *La cultura*... Págs. 238-239. Las llamadas cartas náuticas: «Adopción de cartas de diferentes módulos, 56, 66 millas el grado establecido por los astrónomos de Al-Mamun, 66, 66 que deriva de Abu-l-Hasan Ali y el de 75 de Ibn Jundebih; la utilización de la «lanza» como medida angular». J. Vernet, *La cultura*... Págs. 239-243. Entre los adelantos técnicos en náutica se encuentra la navegación a estima, esto es: «determinar el camino recorrido en 24 horas por el navío —singladura— por medio de la brújula —rumbo— y la longitud del trayecto —estima—. Estos datos se

(24) Wiet nos revela que «le fer à cheval était en usage dans les regions conquises par les Arabes, mais, avant l'Hégire en Arabie le nomade ne ferrait jamais ses chevaux, il les chaussait adaptant a leurs sabots des sandales de cuir». Gaston Wiet, *Les Techniques dans l'Islam en la obra dirigida por Maurice Daumas, Les origines de la civilisation technique*. Cap. IV. Pág. 355. Cfr. también AC. Combric: *Historia de la Ciencia*. Ob. cit.

(25) «... Al Mutamid, despues de la batalla de Zalaca, informa a Sevilla mediante el envío de un pichón; al-Mutasim, cuando está ausente de Almería, corresponde con sus mujeres valiéndose del mismo medio, y las personas medianamente pudientes lo empleaban para comunicarse. Así, Ibn Hazm dice: Noé escogio la paloma. Y la idea que tenía de ella no era equivocada, pues le llevó

estas técnicas las aprendieron de países orientales, mejorando así las ya existentes en el mundo mediterráneo. Por ejemplo, tomaron de los chinos en el siglo IX la fabricación de papel, lo que produjo un desarrollo importante en el cultivo del lino (materia prima) en el Medio Oriente y sobre todo en Egipto. El mayor esplendor de la industria del papel tuvo lugar en Damasco, ya que los primeros importadores de esta tecnología fueron los sirios (32), quienes añadieron a la tecnología importada de los chinos la fabricación de papeles especiales.

Desde Damasco se llevó a Játiva, que se convirtió en el siglo IX en una de las ciudades más importantes de producción de papel. Idridi (1144) comenta que en Játiva se fabricaba papel que se exportaba a Oriente y Occidente (33).

Es así cómo desde el Islam y a través de España llegaron, entre otras, la industria del papel (34), la perfumería (35) y la seda (36) a otros países de Occidente. Fue

este último cultivo una ocupación artesanal de primera línea (37), merced a las nuevas técnicas que para su fabricación fueron importadas desde Oriente; el grado de producción alcanzó cotas desconocidas en España hasta entonces cuando, sobre todo en el siglo XIV, en algunos lugares del reino nazarí de Granada, llegó a constituir una segunda ocupación laboral para todos los habitantes, siendo la Alpujarra el principal núcleo productor de gusano de seda. En cuanto al sistema de explotación sedero se utilizó la fórmula de 3/4 para el propietario, quedando la cantidad restante como pago salarial en manos del que la había trabajado. El nivel tecnológico alcanzado, su posterior comercialización y control de calidad fue muy considerable (38).

Más adelante en el siglo XII, al lado del molino de agua (39), aparece en Europa el molino de viento «de invención musulmana, que a través de España, donde ya se halla documentado en el siglo X en Cataluña» (40), pasó al Occidente cristiano. Por otra parte, se

introdujeron técnicas nuevas, en el siglo XIV, en la explotación del hierro (41), el plomo, zinc y lapislázuli en el reino nazarí de Granada (42).

La tecnología de la cerámica vidriada también fue importada desde Oriente Medio hacia las zonas granadina y malagueña (43), y así la España musulmana sería un importante centro productor de cerámica (44). En Madinat-al-Zahra, la Córdoba del momento, había explotaciones de manganeso con una técnica importada desde Oriente, que se utilizaba para la producción de colores, para embellecer los vasos y demás piezas

trasladan a la carta náutica y se encontraba el punto donde se hallaba el navio» J. Vernet, *La cultura...* Pág. 243.

(32) «... Los procedimientos de preparación del papel habían sido expuestos en la obra del emir Zri de Túnez Al-Muizz Ibn Badis titulada *Umdat al-Kutāh wa uddat dawil albah* —apoyo a los escribanos y soporte a los inteligentes—, que es de su poner recogía experiencias de los artesanos» J. Vernet, *La cultura...* Pág. 227.

(33) Al-Idrisi: *Description de l'Afrique et de l'Espagne*. Dozy y de Goeje. Leyden, 1860.

(34) El papel debió introducirse en Al-Andalus antes de mediados del siglo X, pues de esa época son el *Breviarium et Missale Mozarabicum* (Silos) y el *Glosario árabe latino* (en Leyden), escritos parcialmente sobre dicha materia. J. Vernet, *Historia de la ciencia...* Pág. 58.

(35) «A Cordova, le célèbre Ziryab, ce Petrone de l'Andalousie du IX siècle ouvrit un véritable institut de beauté où l'on enseignait l'art de se farder, de s'épiler, d'employer des pâtes dentrífiques, de se coiffer.» G. Wiet, ob. cit. Pág. 362.

(36) El gusano de seda fue conocido en España «... poco después de la embajada del poeta-astrólogo Yahya al-Gazal y cabe pensar si fue éste quien lo trajo de Bizancio» J. Vernet, *La historia...* Pág. 58.

(37) Vid. Francisco Bejarano Robles: *La industria de la seda en Málaga durante el siglo XVI*. Madrid, 1951; ver, sobre todo, las primeras páginas introducidas, que centran el problema en los siglos precedentes, y en un entorno geográfico más amplio, a la vez que señala la huella profunda que los musulmanes dejaron en esta actividad productiva en los siglos anteriores a la reconquista de la zona.

(38) M. Lombard: *Les Textiles dans le monde musulman, Ville-XIle, Paris, 1979*. Colección *Etudes d'Economie Médiévale*.

(39) *Ibn Gali en su Farhat al-anfus* (véase al-Maqqari y su enciclopedia *Nafh al-Tib*, Beirut, 1968. Pág. 202) apunta la existencia de canales o acueductos para conducir el agua de los molinos cuando habla del campo de Tarragona.

(40) Vázquez de Prada, ob. cit., pág. 135. Se puede ver también G. Wiet, ob. cit. pág. 340, quien describe el molino de viento como «une meule est fixée à l'extrémité d'un cylindre de bois, large d'un demi-mètre et haut de 3,5 à 4 m. placé verticalement dans une tour ouverte du côté du nord-est, à fin d'intercepter le vent qui souffle dans cette direction. Ce cylindre est muni d'ailes faites de bottes de jonc ou de feuilles de palmier, et ajustées le long de l'arbre mobile autour de son axe, le vent s'engouffrant dans la tour exerce

une forte pression sur les ailes et fait ainsi tourner l'arbre et le meule». A finales del siglo XI el poeta Ibn Muqāna, que ha abandonado la corte para cultivar sus tierras de Alcabideche (cerca de Cintra), que no debían ser muy ricas en agua confiesa:

«Si eres un hombre decidido necesitas un molino que funcione con las nubes, sin necesidad de fuentes. J. Vernet, *La cultura...* Pág. 227.

(41) En metalurgia, la preocupación instrumental por los mismos procesos de acabado «hizo posible producir instrumentos de precisión, como el astrolabio y el reloj mecánico. El reconocimiento de la necesidad de controlar el contenido de la aleación usada llevó al desarrollo de aquilatar, que puso las bases de la química cuantitativa. El aquilatar puso a los metalúrgicos el uso de la balanza y llevó al desarrollo de otras ramas más especializadas de la química». A. C. Combric. Pág. 197. Sobre la fabricación de espadas y su damasquinado se puede ver el artículo de Hammer, Purgstall sobre Al-Kindi en *Journal asiatique*. Tomo III. 1854. En cuanto a la elaboración de acero, «fue bien conocida en la cristiandad medieval, aunque el mejor acero fue el que provenía de Damasco, donde se elaboraba según un proceso desarrollado por los hindúes. Más tarde se hacía excelente acero en Toledo» A. C. Combric. *Historia de la ciencia*. Pág. 195.

(42) Ver también algunos cambios importantes operados en la explotación de otros productos en Armando Saitta, *Dal regno moro di Granada alla Granada catalica*. Roma, Università degli studi di Roma, 1967. Págs. 13, 76-83 y 91-115.

(43) J. Temboury: *La cerámica vidriada de Málaga después de la reconquista de la ciudad*. Al-Andalus IV. 1936-1939. Págs. 432-433.

(44) Más en concreto sobre la cerámica musulmana, y de la del reino de Granada en los siglos bajomedievales, se puede ver J. Soustiel, *Islamic Ceramics* 1978.

decorativas que se elaboraban en la ciudad. La cerámica musulmana de Sicilia anterior al siglo XII guarda una gran semejanza con la cordobesa, lo que ha llevado a pensar a los arqueólogos e historiadores del arte que debieron haber relaciones e intercambios culturales y de técnicas de elaboración de cerámica. Por otro lado, con anterioridad al siglo XII, las vasijas cordobesas tenían unos decorados metálicos, procedentes del Oriente. Sin embargo, en los siglos bajomedievales, Málaga y Granada serán dos importantes centros productores de enormes jarrones, cuya técnica productiva era exportada al Magreb (45) y a zonas, incluso, mucho más distantes del propio mundo musulmán. La habilidad de los artistas y demás especialistas en problemas de formas y policromía es extraordinaria (46). Los zallidj son un ejemplo notable de ello.

Todas estas innovaciones tecnológicas trajeron consigo un crecimiento importante de la producción total, permitiendo un consumo «per capita» cada vez mayor y una modificación del «status» jurídico-económico de una masa de población esclava, que era utilizada para fines productivos. Así, en el siglo XIII, la España árabe alcanzó un progreso técnico superior al resto de Europa (47). Es en el siglo XIV cuando comienza la decadencia musulmana.

(45) N. Pacha: *Le commerce au Maghreb du XIème au XIVème siècles*. París, 1976, para las relaciones entre el norte de Africa y Al-Andalus en orden a los intercambios económicos y tecnológicos entre ambas comunidades musulmanas.

(46) J. Lacam: *Cahiers de la ceramique et des arts du feu*. 1960., págs. 244-293; aunque en su análisis, siga demasiado de cerca la obra de E. Kuhnelt, *Islamitische Kleinkunst*, Berlín, 1925, el trabajo aporta datos interesantes nuevos.

(47) Aunque en los siglos XIV y XV en algunas formas productivas, el desarrollo tecnológico —no tanto en el caso de los Estados cristianos peninsulares— de Francia, del ducado de Borgoña y de las repúblicas de Génova y Venecia era, en términos generales, más elevado que el de Al-Andalus.

Los movimientos migratorios del norte de Africa a la Península durante la Edad Media fueron bastante más importantes de lo que podían haber sido las propias corrientes del movimiento inverso por parte del campesinado andaluz a Marruecos o Argelia en el siglo XIX. En el siglo XIV, un espíritu inquieto como el de Ibn Khaldoun (48) pone de manifiesto como las tribus «hilal-banú» y «sulayun», en un espacio de tres centurias (XI, XII, XIII), habían desencadenado furiosos ataques en la Mauritania contra los habitantes de estos territorios, sembrando el terror y la muerte a su paso, destruyendo los cultivos y los habitáculos romanos; pero, lo que es más importante para nuestro caso concreto: asaltando las caravanas que desde Oriente, por tierra, venían hacia la Península, portadoras de todo tipo de material comerciable y de instrumentos que técnicamente no se encontraban en Al-Andalus. De esta manera contribuyeron ambos grupos tribales beligerantes no sólo a disminuir el rendimiento económico de la Mauritania, sino también de Al-Andalus.

Pero también interesa la obra *Muqaddamat* de Khaldoun (49),

(48) Sobre la figura y el pensamiento de Ibn Khaldoun, ver, sobre todo, *La pensée realiste d'Ibn Khaldoun*, de N. Nassar. París, 1967; G. Bouthoul, *La Philosophie sociale de Ibn Khaldoun*. París, Geuthner, 1953, en especial sus páginas finales. La reciente traducción castellana de la obra de Yves Lacoste, *El nacimiento del Tercer Mundo*. Ibn Khaldoun, Península, Barcelona, 1971, carece de interés para el marco temporal aquí analizado, ya que se trata de un examen sociológico tercermundista en función de textos analíticos atemporales al fenómeno descrito por el pensador árabe-hispano.

(49) Ibn Khaldoun: *Muqaddamat*, ed. francesa trad. de Slane. París 1868. En su volumen II, el más significativo e interesante. Se trata de una personalidad sobresaliente dentro de su civilización. Su educación, tal y como él la menciona, parece ser que bastante completa. Perteneciente a la sociedad aristocrática sevillana, ha de huir a Africa tras la caída de esta ciudad en poder de los cristianos, donde llegaría a ser cortesano y ministro, siendo enviado más

por lo significativa que resulta su valoración del grado de desarrollo social y tecnológico de Al-Andalus del momento (siglo XIV), cuando en términos claros y precisos el autor delinea, con un pesimismo casi patológico, el triunfo (de «los pueblos extranjeros») de la civilización, de la cultura y de la técnica de los estados cristianos. Es en el siglo XIV cuando, frente a la ciencia y a la técnica musulmana, aparecen la decadencia y la función parasitaria del mundo musulmán oriental del momento, del que España no será ajena. Ello contrasta fuertemente con la etapa anterior de providencial dominio, en todos los campos, de lo musulmán en Al-Andalus. La autocracia oriental hizo caer el imperio y, en definitiva, limitó la inteligencia y las posibilidades de creaciones técnicas, tal y como ya señaló nuestro autor en su época. Un ejemplo lo tenemos en Abou Abbas, soberano hafcida de Túnez, perfecta representación del tirano despótico. «Su fuerza y su violencia embota el alma de sus súbditos, que pierden su espíritu de resistencia y energía. Bajo su gobierno, que se mantiene por la severidad —señala Ibn Khaldoun—, los súbditos pierden su valor y producen la decadencia de los imperios» y, en concreto, hacen decaer las importaciones creativo-productivas a Al-Andalus en pleno siglo XIV desde otros sectores geográficos del propio mundo musulmán (50).

Parece obligado, para terminar, hacer una mención a la aportación médica de los árabes en España durante este período. La medicina

tarde como embajador a la corte de Pedro el Cruel. Su vida política posterior fue bastante ajetreada, siendo depuesto seis veces como ministro en El Cairo, tras otras consecutivas reposiciones en su cargo. I. K. es esencialmente un pensador pesimista, que medita sobre la función parasitaria del despotismo oriental clásico.

(50) E. Werner: *Die Geburt einer Grossmacht, die Osmanen (1300-1481)*, tercera rev. ed. del año 1978, dentro de la conocida serie *Forschungen zur Mittelalterliche Geschichte*, n.º 13.

es sin duda una ciencia, pero también un servicio y, por tanto, un conjunto de conocimientos pertenecientes al sistema científico y tecnológico de un país (51). Desde la primera mitad del siglo IX está documentada la existencia de médicos importantes en Al-Andalus y de una tecnología, sin duda, muy superior a la de las prácticas operatorias del reino de León. En las

(51) Se define tecnología como el conjunto de conocimientos que sirven para la producción de bienes y servicios. Se trata, por tanto, de aplicar conocimientos a la práctica para fabricar productos, desarrollar planes industriales o prestar un servicio. Véase, por ejemplo, Edwin Mansfiel, *The Economics Technological Change*. New York, W. W. Norton, 1968.

centurias posteriores los avances serían notables tanto en la ciencia médica como en la botánica. En la ciudad italiana de Salerno, la ciencia médica oriental traída por los árabes hizo surgir en la alta Edad Media las primeras y más importantes escuelas de Medicina del mundo de su tiempo. El estudio de la medicina estaba basado en la práctica rutinaria de la actividad, con un bagaje considerablemente judío y árabe-griego —en este caso importado por mahometanos—. Desde Salerno muchas de estas técnicas fueron importadas a Al-Andalus, con traducciones al árabe de libros de dietas y fármacos y de comenta-

rios a Galeno e Hipócrates. A finales del reinado de Hixam II, Ben Chulchul redactaba una obra de comentario a Dioscórides. En Zaragoza destacaba el médico Mar Wan ben Chanah, y en Toledo, Ben al Bagunix. Entre los botánicos, un hombre creador de escuela y de nuevas técnicas, de las que luego se aprovecharían los reconquistadores cristianos, fue Ben Vafid, quien ideó un sistema de categorías botánicas minucioso y correctísimo (52).

(52) Cfr. C. Sánchez Albornoz: *La España musulmana según autores islamitas y cristianos*. Buenos Aires. Madrid, 1973. Tomo II. Págs. 231-232.

