



- ◆ 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)

## Transferencia de tecnología árabe a la Península Ibérica

El legado tecnológico de los árabes

Por Rafael Pampillón Olmedo

Catedrático de Economía Aplicada de la Universidad San Pablo-CEU.  
Profesor del Instituto de Empresa

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 sobre el cambio radical que supuso la llegada de los árabes de Occidente es, hoy por hoy, sostenida con las observaciones que ya le fueron hechas en su momento. Este fenómeno es constatable en el nivel de vida superior de Al-Andalus a los estados cristianos de la Reconquista, aunque las pestes del siglo VIII, la presencia normanda en el Mediterráneo y la piratería fueron elementos que frenaron notablemente el intercambio tecnológico y científico entre los países árabes y Al-Andalus.

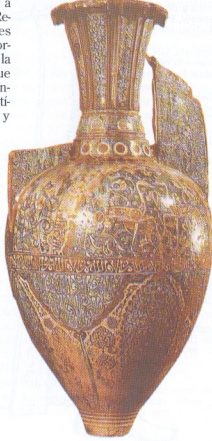
La penetración árabe en la Península Ibérica trajo consigo una fuerte expansión económica en los siglos VIII y IX, con acuñaciones de moneda de oro, plata y cobre, desconocidas en la economía de trueque de los estados cristianos del norte. El árabe era en esa época la lengua del progreso, y, a través de los árabes, se producen adelantos tecnológicos en España propios de una civilización superior a la que Occidente había heredado de la decadencia romana y de los bárbaros. Fueron, por tanto, los ára-

bes 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 la 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.*

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 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. 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 y permanecen en ella hasta, prácticamente, finales del siglo XV. Ocho siglos de inevitables relaciones entre las comunidades cristiana, musulmana y también judía, 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





Página izquierda, ánfora de La Alhambra, siglo XIV. Página derecha, arriba, escribanía turcaada nazari, siglo XIV; centro, miniatura que ilustra la versión árabe de la obra Materia Médica, de Dioscórides; abajo, farmacia árabe del siglo XIII



una de las áreas culturales y técnicas más florecientes de aquella época. Intercambios que tienen 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 del Al-Andalus, transmiten el legado técnico árabe junto con el heredado de los alejandrinos a Europa, a través de la Península.

Los musulmanes no sólo trajeron sus propias técnicas, sino que aprovecharon bastantes sistemas agrícolas de la época romana. En el siglo XII, el tratado agrícola de Abu Zaynab muestra la excelente técnica árabe, que en todo momento supieron adaptar a las condiciones agrícolas de la Península. La tierra de España fue parcelada entre los pequeños propietarios de origen hispano-visigodo, mientras que los grandes latifundios estaban en poder de los musulmanes, por lo que, andando el tiempo, llegó a haber una concentración de tierras en manos de las familias más potentes. Un ejemplo muy concreto lo tenemos en la vega granadina, donde las tierras de cultivo más fértiles pertenecían a los emires. Aunque la técnica introdu-





cida 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 avanzada produjeron un excedente que luego se comercializaba en mercados exteriores orientales o en la misma Génova.

A continuación analizaremos algunas de las introducciones tecnológicas realizadas por los árabes en la Alta Edad Media. Los avances industriales que describiremos, junto con el desarrollo de las ciudades, son el punto de partida de la industria medieval.

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

— El gran desarrollo de la agricultura, motivado sin duda por los adelantos tecnológicos introducidos.

— El aumento de la población en las zonas dominadas por los árabes.

— El potente comercio que se desarrollaba a través del Mediterráneo, sobre todo hacia 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.

— Un sinnúmero de conocimientos industriales introducidos en la Península por las sucesivas invasiones islámicas.

Resumiendo, podemos decir que los árabes transmitieron su arsenal tecnológico a Occidente a través —fundamentalmente— de la Península Ibérica. Los conocimientos técnicos de los países árabes eran de tres tipos: agrícolas, industriales y navieros. A

ellos se podría añadir la ciencia médica.

#### Técnicas agrarias

En cuanto a la agricultura, y debido a la escasez de agua en los países árabes de proceden-

se encargaban de su construcción y vigilancia. Esto permitió transmitir los procedimientos de irrigación orientales a las huertas andaluzas y levantinas.

Gracias a estas mejoras tecnológicas, la mayoría de las huertas —nacidas a orillas del Ebro, Jalón, Guadalquivir, Turría, Júcar y Segura— pasaron a manos de los hispano-cristianos a partir del siglo XII, cuando contaban ya con un sistema de riegos que los hispanomusulmanes habían perfeccionado con respecto al de las épocas anteriores. Estas innovaciones de los árabes en el agro español permitieron enriquecer la dieta y las producciones agrarias, teniendo muy en cuenta las posibilidades que tenía la Península Ibérica. Además de la irrigación se introdujeron, a través de los territorios ocupados por los árabes, nuevos cultivos y la noria.

Entre los nuevos cultivos se encuentran: árboles frutales (manzanos, 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, la caña de azúcar, el algodón y la morera (alimentos para los gusanos de seda). Además, se introdujeron nuevos cultivos con fines especiales como el alforfón o maíz sarraceno y el lúpulo.

Entre el 830 y el 925, en época de Abd-al-Rahman II y III, se producen mejoras agrarias debidas a 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 del arroz, y otras especies de más alto rendimiento que los cultivos practicados hasta entonces en la Pe-

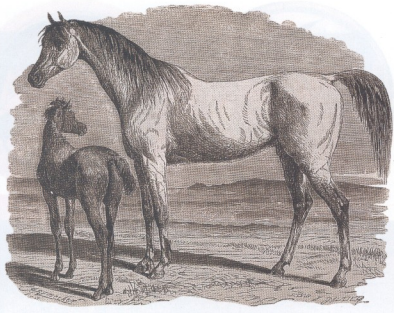


cia, tuvo una especial importancia la tecnología de irrigación. Así, por ejemplo, la red de canales del Eufrates, según descripciones de la época, era perfecta, y en el siglo IX contaba con numerosos empleados e ingenieros (*muhendis*) que

nínsula. Todo esto permitió al Islam disfrutar de una agricultura mucho más próspera, variada y rica que la de los países cristianos de aquella época.

Aunque sea de forma marginal, es necesario indicar alguna 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 de 1300 como consecuencia del cruce de las ovejas del país con otras traídas del norte de África, del país de los Banu Marín o benimeries. De este cruzamiento resultó la raza conocida como *merina*.

La cría de caballos y la introducción de la herradura estuvieron muy influenciadas por las prácticas árabes, y las mejores obras sobre este tema fueron escritas en árabe en los siglos XIII y XIV. Los Reyes de Castilla introdujeron leyes que regula-



izquierda, cara posterior de dos astrolabios medievales árabes; arriba, caballos árabes; abajo, bajel árabe según una miniatura del siglo XIII

ban, en general, la crianza de yeguas, y los árabes habían hecho árboles genealógicos de la línea de la madre, aunque la costumbre occidental va desde el siglo XIII parece haber sido la del padre, por lo que de cuando en cuando se importaban garranes árabes. Otra de las técnicas conocidas en España, mucho antes de que los cruzados la descubrieran en Oriente (1090), fue la cría y utilización de palomas mensajeras. En el siglo XIII fue introducida por los árabes en España la gallina de Guinea o gallina india.

#### La literatura agronómica

Es preciso considerar también la abundante literatura agronómica que produjo Al-Andalus. Entre toda ella destacan los calendarios agrícolas y los tratados de agricultura, como el reditado en 1802 en Madrid con el título de *Libro de agricultura* de Ibn-al-Awwam, más conocido por Abu Zacarí. Esta obra refundía un conjunto de conocimientos agrarios de otros sabios toledanos y granadinos anteriores.





Arriba, dos platos andalusíes de cerámica vidriada, siglo XI (Museo Arqueológico Nacional). Abajo, manto de seda, entretejida con hilos de oro, que perteneció a Hissan II, siglo X (Real Academia de la Historia)



No deja de ser curioso que fuera Campomanes quien *considerándola de interés nacional* —en pleno siglo XVIII— *mandó a Blanquerín 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). También 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 fueron objeto de un comentario en 60 volúmenes por parte del almeriense Ibn

Ujt Ganim (Vid. J. Vernet, pág. 65). En este sentido, la más antigua obra de agricultura es Al-Filaha al-nabatiyya, de Ibm Washshiyya, compuesto hacia el 904 de nuestra era. Poco tiempo después aparecía 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 Sadjis ben Hilya al-Rumi). En estos tratados de agricultura, como en las obras escritas con posterioridad, se analizan diferentes fenómenos relaciona-

dos 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 árabes, 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 cordo-



bés de Abul-Kasim al-Zahravi, fallecido en 1010, cuyo compendio de agronomía, *Mukhtasar kitab al-Filaha*, fue descubierto y editado por H. Pérès hace ya algún tiempo.

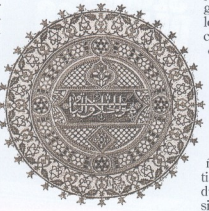
Hay una larga relación de agrónomos andaluces, con sus respectivos tratados en árabe, cuyas obras reflejan unas técnicas y unos métodos orientales que luego, andado el tiempo, serán exportados al propio Oriente desde Al-Andalus. La obra de José María Millases es una importante aportación sobre el tema.

### Navegación e industria

A lo largo del siglo IX comienzan en la Península (y más concretamente en Al-Andalus) las mejoras tecnológicas en el transporte y la explotación de la madera, como consecuencia de la necesidad de materia prima para la construcción de buques.

Se producen igualmente mejoras técnicas en la construcción de navíos 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 no se alteraron ni mejoraron sensiblemente hasta el siglo XII. La brújula, introducida por los árabes en el siglo XVI, 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 Índico.

Muchas de las técnicas industriales que los árabes introdujeron en España 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, 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 produc-

ción de papel, y desde allí se exportaba a Oriente y Occidente.

Es así cómo, desde el Islam y a través de España, llegaron, entre otras, la industria del papel, la perfumería y la seda a otros países de Occidente. Fue este último cultivo una ocupación artesanal de primera línea, 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. El nivel tecnológico alcanzado, su posterior comercialización y control de calidad fue muy considerable.

En el siglo XII, al lado del molino de agua, aparece en

Europa el molino de viento de invención musulmana que a través de España, donde ya se haya documentado en el siglo X en Cataluña, pasó al Occidente cristiano. Por otra parte, se introdujeron técnicas nuevas en el siglo XIV en la explotación del hierro, el plomo, zinc y lapislázuli en el reino nazarí de Granada.

La tecnología de la cerámica vidriada también fue importada desde Oriente Medio hacia las zonas granadina y malagueña, y así la España musulmana sería un importante centro productor de cerámica. En Medinat-al-Zahra, la Córdoba del momento, había explotaciones de manganeso con una técnica importada desde Oriente, que se utilizaba para la producción de colores y para embellecer los vasos y demás piezas 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 tuvo que haber relaciones e intercambios culturales y de técnicas de elaboración. Por otro lado, y con anterioridad al siglo XII, las vasijas cordobesas tenían unos decorados metálicos, procedentes de Oriente. Sin embargo, en los siglos bajomedievales, Málaga y Granada serán dos importantes centros productores de enormes jarrones, cuya técnica de fabricación era exportada al Magreb y a zonas incluso mucho más distantes del propio mundo musulmán. La habilidad de los artistas en formas y policromía es extraordinaria. Los zallij 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 fue como en el siglo XIII, la España árabe alcanzó un progreso técnico superior al resto de Europa.

En el siglo XIV comienza la decadencia musulmana. En este sentido puede ser interesante la obra *Muqaddamat* de Khaldoun, quien contrasta el elevado grado de desarrollo social y tecnológico de Al-Andalus del siglo XIV, con un pesimismo casi patológico acerca del triunfo de la civilización, de la cultura y de la técnica de los estados cristianos (*los pueblos extranjeros*) frente al deterioro moral de Al-Andalus. En el siglo XIV se advierte la decadencia del mundo musulmán oriental, del que España no será ajena. Ello contrasta fuertemente con la etapa anterior de dominio, en todos los cam-



Muestras de la perfección alcanzada por los árabes en las tecnologías del vidrio y del metal: izquierda, vaso y vitriera (Museo de Chartres y palacio Ashad, Damasco, respectivamente); arriba, lámpara nabati, siglo XIV (Museo Arqueológico Nacional)

pos, de lo musulmán en Al-Andalus. La autocracia oriental hizo caer el imperio y, en definitiva, las posibilidades de creaciones técnicas. Un ejemplo lo tenemos en Abou Abbas, soberano hafcida de Túnez, perfecta representación de 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 desde otros sectores geográficos del propio mundo musulmán.

#### La Ciencia Médica

Parece obligado, para terminar, hacer una mención a la aportación médica de los árabes en España durante este periodo. Desde la primera mitad del siglo IX está documentada la existencia de médicos importantes en Al-Andalus y de una medicina, sin duda, muy superior a la de las prácticas operatorias del reino de León. En las 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 comentarios 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 MarWan 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.