

OFICIOS URBANOS Y DESARROLLO DE LA CIENCIA Y DE LA TÉCNICA EN LA BAJA EDAD MEDIA: LA CORONA DE CASTILLA¹

Betsabé CAUNEDO DEL POTRO

Universidad Autónoma de Madrid

Ricardo CÓRDOBA DE LA LLAVE

Universidad de Córdoba

Resumen

El trabajo pretende analizar el desarrollo de los conocimientos científicos y técnicos que irrumpieron con fuerza en la sociedad occidental a raíz del espectacular movimiento expansivo plenomedieval. Se detallan diferentes Manuales y Tratados, obras poco conocidas, que fueron redactadas tanto para la enseñanza y aprendizaje de diversos oficios urbanos que requieran una preparación específica, como para la difusión y transmisión del conocimiento.

Palabras clave: Oficios urbanos, historia de la ciencia y de la técnica, enseñanza, literatura técnica, Edad Media, Corona de Castilla, España.

Abstract

This work analyses the development of scientific and technical knowledge, strongly raised in western society from the shining expansive movement of the 13th century. Different and very bad known receipts and handbooks are detailed. These works were written for the teaching and learning of urban craftsmen and merchant groups, in order to improve their professional qualification, and also to contribute in the transmission and diffusion of technical knowledge.

Keywords: Urban Crafts, History of Science and Technique, Teaching, Technical Literature, Middle Ages, Crown of Castile, Spain.

El notable y generalizado proceso expansivo experimentado por la sociedad europea desde el siglo XI generó como una de sus realidades más fascinantes la eclosión urbana. La infinidad de pequeños y medianos núcleos urbanos esparcidos por todo el occidente europeo ofrecieron

¹ El presente trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto BHA2002-00739, *La difusión de los saberes científicos y técnicos en la Edad Media: Literatura Técnica en la España Medieval*, subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia con la participación de Fondos F.E.D.E.R.

nuevas condiciones de vida orientadas a un mayor bienestar. Las nuevas ciudades ofrecían nuevos servicios, oficios y ocupaciones, incluso nuevas formas de ocio, que iban a generar nuevas necesidades y problemas. El empeño por resolverlos sirvió de acicate y estímulo para seguir impulsando el propio desarrollo urbano. Nos encontramos así, ante una nueva sociedad urbana que con unos requerimientos económicos determinados exigía y propiciaba nuevos desafíos técnicos. Una sociedad demanda y desarrolla los conocimientos que va necesitando y por ello, en la Baja Edad Media, el progreso y el desarrollo técnico y científico se dibujan como exponentes de la realidad urbana y como elementos conformadores de la sociedad.

La ciudad como centro de negocios, poder o esparcimiento presentaba un conjunto de actividades profesionales muy diversificado y ofrecía la clara posibilidad de multiplicar los intercambios y las relaciones de toda clase. Muchos de los hombres de esta “nueva ciudad”, que participaban en esa cada vez más compleja red de relaciones, ejercían profesiones relacionadas con lo que tradicionalmente conocemos por el nombre de “oficios urbanos” –mercaderes, artesanos, arrendadores de impuestos, cambistas o fabricantes de moneda– y necesitaban claramente una cada vez mayor preparación para el ejercicio de su actividad. Ello promovió un desarrollo de conocimientos científicos y técnicos ligados a diversos sectores que no estuvo causado por el interés teórico o filosófico, sino por las actividades prácticas, y que estuvo encaminado a la fijación, difusión y transmisión de los saberes y habilidades necesarios a los distintos oficios cotidianos. Unos oficios ejercidos por mercaderes o artesanos que necesitaban no sólo saber leer y escribir, sino conocer el manejo de operaciones matemáticas básicas, la forma de realizar las prácticas inherentes a su labor o la de transmitir los nuevos conocimientos.

Todo esto propició el avance experimentado por la ciencia y la técnica bajomedievales en muchos terrenos, pero son relevantes el de la aritmética y cálculo numérico, usado por mercaderes y cambistas, pero también por artesanos que deben manejar pesos y medidas, fracciones de productos, etc.; y el campo de la química, pues en numerosas labores artesanales se desarrollaron conocimientos relacionados con la transformación de la materia o las reacciones ante determinados procesos, en particular en el campo de la metalurgia (aleaciones, trabajo de los metales preciosos) y de la tintorería y aplicación de colorantes. En realidad, podemos afirmar que fueron los oficios y actividades de mayor complejidad los que más contribuyeron a este progreso, pues en ellos se hacía particularmente necesario aprender durante una etapa de la vida las bases del trabajo que luego se iba a ejercer.

La convulsión experimentada por la sociedad europea durante el período de crisis, sacudió con fuerza al mundo de las finanzas. La fuerte recaída demostraba que el desarrollo no era sostenido, e hizo que la postura de los hombres de negocios ante el beneficio cambiase radicalmente. Éste claramente se buscaba, pero su consecución no estaba asegurada; es más, eran muchas las variables que entraban en juego para que se trocase en pérdidas, por lo que la necesidad de cálculos precisos se hizo todavía mucho más evidente. ¿Cómo no se iban a fascinar estos hombres de negocios ante un nuevo sistema de numeración que les permitía visualizar con mayor claridad sus operaciones y beneficios? ¿Cómo no iban a hacerlo ante el valor del cero?, ese símbolo extraordinario que dependía de donde estuviese colocado para que variara enormemente su importancia². O no significaba nada o adquiría un elevado valor, incrementaba la cantidad,

² Cuando se explica el nuevo sistema de numeración y el uso de la notación posicional, prácticamente todos los autores de tratados de aritmética medieval se asombran ante este símbolo. Por ejemplo, el autor del que consideramos primer manuscrito castellano de aritmética comercial, inicia su trabajo nombrando los símbolos utilizados, en la actualidad, cifras, 1,2,3,4,5,6,7,8,9 que llama *letras del algarismo*. No incluye en esa categoría al 0, que es denominado *cifra*, considerándolo un símbolo muy especial, por sí solo no vale nada pero al poner una o varias *letras del algarismo* delante adquiere un elevado valor. CAUNEDO DEL POTRO, B. y CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *El arte del algarismo. Un libro castellano de aritmética comercial y de ensayo de moneda del siglo XIV*, Salamanca, 2000, p. 69. Unos doscientos años más tarde, seguía causando la misma admiración y asombro. Juan Gutiérrez de Gualda,

y eso se traducían inmediatamente en pérdidas, ganancias o pingües ganancias. Los números romanos eran inadecuados para llevar los libros de contabilidad y para efectuar multiplicaciones, divisiones, operaciones con fracciones... tan necesarias en cualquier tipo de transacción y de cálculo numérico. El nuevo método les permitía llevar a cabo de manera más rápida y segura, con empleo de tinta y papel, operaciones bastante complejas, y lo que era aún más importante, les permitía y facilitaba la revisión de las operaciones y detección de posibles errores.

Y este desarrollo práctico se complementó con la aparición de vehículos apropiados para fijar y difundir los nuevos conocimientos, apareciendo una amplia serie de manuales para la enseñanza de las prácticas mercantiles y artesanales; en el campo de la ciencia matemática son bien conocidos los manuales de aritmética y de mercaderes de la Baja Edad Media, en el de la química los manuales de metalurgia (son especialmente importantes los relacionados con el ensayo de los metales preciosos) y de tintorería, que completan y desarrollan los tradicionales recetarios y libros misceláneos que venían elaborándose desde la alta Edad Media.

En un período donde la mayor parte de los conocimientos se habrían adquirido por métodos empíricos, donde la cultura escrita estaba poco extendida (tanto por la escasez de lectores, debido al bajo índice de alfabetización, como por la dificultad en la producción de obras que dependían de su copia manuscrita y que encarecía fuertemente un bien ya de por sí minoritario) y donde la transmisión del conocimiento se basaba en la enseñanza oral, resulta lógico pensar que no debió de existir un gran número de obras, ni de copias de las mismas, y que muchas de ellas se hayan perdido en el transcurso del tiempo. Sin embargo, la sociedad medieval europea no fue una sociedad carente de cultura escrita y, además, a partir del siglo XII, el desarrollo de las nuevas necesidades culturales y laborales descritas y el proceso de laicización intelectual trajeron consigo la progresiva aparición de textos de naturaleza didáctica en diversos campos del saber. Textos que se escribieron y divulgaron en relación con necesidades de tipo práctico, como la necesidad de difundir los saberes médicos o farmacéuticos, las normas jurídicas o legislativas o las rutas y medios del comercio internacional. Fue surgiendo así una literatura muy diversa que instruía a los colectivos interesados en cada ámbito de la actividad intelectual o profesional en los conocimientos y recursos que necesitaban para el ejercicio de su labor, textos donde se unieron la herencia clásica –recibida a través de la tradición latina o del mundo bizantino– y la influencia islámica, que también había bebido de forma directa en los grandes textos de la Antigüedad.

Es cierto que dentro de toda esa literatura de carácter didáctico, que se intensifica conforme nos acercamos al final de la Edad Media –nunca se insistirá lo suficiente en el salto cualitativo que, en este terreno, representó la generalización del uso del papel o la invención de la imprenta–, son particularmente escasos los textos técnicos relativos a las prácticas seguidas en los diversos oficios artesanales de la época (textiles, metalúrgicos o de otro cualquier sector), aunque cabe preguntarse hasta qué punto dicha escasez se debe sólo a la pérdida de manuscritos u obedece también, al menos en parte, a una falta de continuidad en su búsqueda, estudio y publicación sistemática. Sin embargo, escasez no significa inexistencia y son ya relativamente numerosos los manuales que conocemos relacionados con los diversos campos de la actividad industrial, como el teñido de telas y pieles, la preparación de pigmentos para la pintura o las diversas operaciones metalúrgicas.

El primer factor de desarrollo fue la necesidad de formación sentida por los jóvenes que iban a ejercer actividades que exigían conocimientos específicos. Lo más general, puesto que era un tipo de formación exigida no sólo por profesiones técnicas (mercantiles o industriales),

en su manual de aritmética publicado en 1539 nos habla de él en estos términos *se llama zero o cifra y ella por si sola no vale nada ni significa nada, mas tiene fuerza para hazer valer y aumentar y crecer el valor a qualquiera de las nueve figuras arriba declaradas...*

sino por otras muchas de carácter cultural (escribanos, juristas) y por la simple posición social (nobleza) fue la de saber leer y escribir. En el caso concreto de la Nobleza, era una formación que se recibía por motivos sociales y políticos. En el de las clases urbanas seguramente sólo por una necesidad concreta y práctica. En las ciudades solía ser una tarea llevada a cabo por los escribanos o por maestros de primeras letras³.

Pero una buena parte de esa formación iba a ser proporcionada por la aritmética, ya que se necesitaban cálculos precisos para resolver una serie de problemas que iban a resultar cotidianos. Toda la producción aritmética occidental de los siglos XIII, XIV y XV aparece íntimamente ligada a la “revolución comercial” y como herramienta de apoyo a unas actividades contables y fiscales. Las cuatro reglas de la aritmética que hasta entonces habían sido un misterio limitado a unos pocos especialistas, afanados especialmente por establecer con exactitud la fecha de la Pascua de Resurrección y con ella el calendario litúrgico eclesiástico⁴, se convirtieron en enseñanza obligada para todo aprendiz de mercader, cambista, fabricante de moneda o artesano.

Los mercaderes precisaban ordenar y racionalizar su oficio, haciéndose evidente que el arte del comercio exigía una preparación específica, una instrucción eficaz que garantizase su intento por dominar el mercado. Esa formación debía abarcar múltiples campos y facetas, combinar teoría y práctica, superando el simple nivel de las tradiciones orales o prácticas empíricas⁵. Porque no era suficiente leer y escribir. Se necesitaba hacer cálculos de manera

³ Ver sobre esta primera enseñanza las deliciosas cartillas para el aprendizaje recogidas por Víctor Infantes, INFANTES, V.: *De las Primeras letras: cartillas españolas para enseñar a leer de los siglos XV y XVI: Preliminar y edición facsímil de 34 obras*, Madrid, 1998. Apenas en dos de las recogidas aparecen los números indoarábigos. ESCOBAR, J. M.: “La educación en Córdoba durante la Baja Edad Media: la enseñanza primaria”, *Inbaco*, 5, 1984, pp. 37-44; ÁLVAREZ MÁRQUEZ, M. C.: “La enseñanza de las primeras letras y el aprendizaje de las artes del libro en el siglo XVI en Sevilla”, *Historia. Instituciones. Documentos*, 22, 1995, pp. 39-85, incluye el regesto de 35 actas del Archivo Histórico Provincial de Sevilla; LÓPEZ BELTRÁN, M. T.: *La enseñanza de las primeras letras en Málaga*, Málaga, 1998.

⁴ Parecía la razón fundamental del estudio de la aritmética en algunos monasterios medievales, explicándose de este modo los estudios sobre cronología de Beda el Venerable, y en general de los escasos destellos aritméticos de Occidente durante la Alta Edad Media. Así lo constatan algunos historiadores de las matemáticas, pasándolos prácticamente por alto, por ejemplo, COLLETE, J. P.: *Historia de las Matemáticas*, Madrid, 1985, pp. 222-223 o BOYER, C. B.: *Historia de las Matemáticas*, Madrid, 1986, p. 322. También nos señalan como estudio “matemático” de Beda una obra sobre la representación de los números por medio de los dedos. Los Cálculos, *Computus*, que permitían establecer con precisión el año litúrgico siguió cultivándose en Occidente. En el siglo XV, Petrus de Alliaco, en su *Concordia astronomie cum teología*, que no es un libro de aritmética, sino de astronomía, insiste en el cómputo del calendario medieval, lo que también hace Nicolás de Cusa en su *Reparatio Kalendari*, ver HERNÁNDEZ ESTEVE, E.: “Breve revisión comparada de los incunables de aritmética comercial anterior a la ‘Summa’ de Luca Pacioli”, *VIII Congreso AECA*, Sevilla, 1995, p. 174. También el italiano G. Arrigui insiste en la importancia de los calendarios perpetuos en todo el período medieval, ver por ejemplo, ARRIGUI, G.: “*Calendarii Perpetui in manoscritti medievale della Biblioteca Riccardiana di Firenze*”, *Phycis*, 6, 1964, pp. 65-70 y “*Di alcuni ‘calendarii perpetui’ in codici medioevali*”, *Rendiconti dell’Istituto Lombardo-Accademie di Science et Lettere*, 48, 1964, pp. 125-132. No obstante, es necesario resaltar la existencia de pequeñas obras aritméticas de Beda y Alcuino de York, que no corresponden exactamente a estos fines, sino que intentan resolver situaciones que se presentan en la vida diaria. Ver al respecto, CAUNEDO DEL POTRO, B.: “La vigencia de Beda en la aritmética mercantil castellana del siglo XIV”, en *Poder y Sociedad en la Baja Edad Media Hispánica, Estudios en homenaje al profesor Luis Vicente Díaz Martín*, Valladolid, 2002, pp. 937-949.

⁵ Para ilustrar la educación mercantil, contamos con importantes trabajos ya clásicos: FANFANI, A.: “La preparation intellectuelle et professionnelle á l’activité économique en Italie du XV au XVI siècle”, *Le Moyen Age*, 57, 1951, pp. 327-346; SAPORI, A.: “La culture del mercante medievale italiano”, *Studi di storia economica (secoli XIII, XIV, XV)*, I, Florencia, 1955 y, por supuesto, BEC, H.: *Les Merchands ecrivaines. Affaires et humanisme á Florence, 1375-1434*, París, 1967. Con respecto a la formación aritmética resulta esclarecedor el trabajo de GOLDWAITE, R. A.: “Schools and Teachers of Commercial Arithmetic in Renaissance Florence”, *Journal of European Economic History*, 1, 1972, pp. 18-433. Los últimos años de la Edad Media pueden rastreadse en FRANCO, A. y ROCHE, D. (eds.): *Culture et formation dans la Europe Moderne*, París, 1995.

ágil y rápida. Era necesario convertir unidades de medida distintas de un país a otro e incluso de una ciudad a otra, hacer cambios de moneda, calcular los impuestos y tasas que debían pagarse por cada operación, calcular el reparto de beneficios o pérdidas proporcionales al capital invertido... Ser uno de los que en estos reinos mas saben e entienden en libros de caja e en cuentas entre mercaderes era una de las mejores definiciones para un buen profesional del comercio en la Castilla de finales del siglo xv⁶. De ahí la enorme importancia que se debió dar a la aritmética en su formación y el importante desarrollo de esta disciplina, una aritmética comercial con fines claramente pragmáticos. Era una herramienta de trabajo que ayudaba a resolver situaciones que se presentaban cada día en la vida diaria. Y no solamente en los grandes mercados internacionales, en el gran comercio –donde la complejidad de los cálculos sería mayor–, sino también en un mercado local, de reducidas dimensiones, pues eran muchas y muy diversas las necesidades prácticas. El mercader, independientemente de su riqueza, de la variedad de artículos con los que comerciaba y de las dimensiones de sus sociedades y tratos, era un consumidor que negociaba sus compras de pan, vino, paño, fruta o pescado. Podía ser también un propietario que administraba sus tierras del campo y casas de la ciudad, siempre atento a sus inquilinos y arrendatarios. Incluso, como inversionistas, ellos y otros grupos sociales podían colocar sus dineros en rebaños, molinos, barcos y compañías comerciales. De esas inversiones esperaban unos beneficios y reflexionaban con afán para que éstos no se trocasen en pérdidas. Unas reglas aritméticas básicas eran necesarias desde diversos puntos de vista, pues les evitaría ser engañados⁷.

También les interesaba a los responsables de la acuñación de moneda, a los especialistas que trabajaban en las cecas (maestros de moneda y ensayadores), a los funcionarios municipales y reales que aconsejaban sobre problemas monetarios, y a un sin fin de artesanos que necesitaban algo más que habilidad y pericia para la realización de su oficio. Pensemos simplemente en la necesidad de combinar proporciones de productos tintóreos o curtientes con agua, labor para la que el operario ha de saber medir y pesar las cantidades utilizadas, debe de tener un conocimiento expreso de los sistemas de pesas y medidas, y por supuesto también de las operaciones matemáticas mediante los que se manejan.

La necesidad de una formación aritmética por amplios sectores sociales es fácil de percibir y constatar, pero no nos resulta igual de sencillo intentar responder a las preguntas de dónde y cómo se podía adquirir esa formación, no por lo menos si nos referimos a Castilla y a los reinos peninsulares. Aquí desconocemos la existencia de centros especializados para este fin como eran las *escuelas de ábaco* italianas. A estas escuelas, privadas o públicas, acudían los jóvenes entre 11 y 14 años destinados por sus familias al ejercicio del comercio⁸. En ellas,

⁶ Así se consideraba a Fernando de Covarrubias, importante mercader burgalés de finales del siglo xv, ver mi trabajo “Negocios laneros: Iniciación de una carrera comercial”, *Actas de las Primeras Jornadas sobre Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular*, Madrid, 1996, p. 639.

⁷ ... el presente tratado es para declaración de principios de quenta castellana y aritmética, en el qual se demuestran las cinco reglas mas principales que comúnmente se tratan en España, por las quales fácilmente en qualquier cosa por mínima que sea los hombres que lo ignoran pueden ser engañados... GUTIÉRREZ DE GUALDA, J.: *Arte breve y provechoso de cuenta castellana y aritmética, donde se muestran las cinco reglas de guarismo por la cuenta castellana y reglas de memoria*, Biblioteca Nacional, Raros, 8172, fol. 3.

⁸ Una de las más famosas de estas escuelas se ubicaba en Florencia, en la iglesia de la Trinidad. Posiblemente fue fundada por Paolo dell'Abbaco, muerto hacia 1364, importante personaje florentino, matemático, astrónomo y astrólogo, autor él mismo de un tratado de ábaco, *Tratatto d'aritmética*. FRANCI, R. y RIGATELLI, L. T.: *Introduzione all'Aritmetica mercantile del Medioevo e del Rinascimento*, Urbino, 1982, pp. 25-26. ARRIGHI, G.: “Un programa di didattica di Matematica nella prima metà del Quattrocento”, *Atti e memorie della Accademia Petrarca di lettere, arti e scienze*, 38, 1986, pp. 117-128, describe el sistema seguido por el maestro pisano Cristóforo di Gerardo di Dino en 1442 en una de ellas. Más detallado resulta el programa florentino seguido en la escuela de Francesco di Leonardo Ghaligai, en los albores del siglo xvi. Ver al respecto, GOLDTHWAITE, R.: “Schools and teachers of commercial arithmetic

utilizaban como hoy, unos pequeños manuales, manuales de ábaco, elaborados por los propios maestros que atendían estos centros, y que solían ser producto directo de la enseñanza impartida⁹. Estos repertorios, abundantes en Italia en el curso del siglo XIV y XV¹⁰, escritos ya en lengua vulgar, tienen todas las mismas características independientemente de la impronta personal del maestro-autor. Todos aparecen estructurados en tres partes: descripción del sistema de numeración posicional en base 10, descripción de las operaciones básicas, y una serie de problemas resueltos, casos prácticos de muy diversa índole que se van repitiendo y adaptando a unas circunstancias y momentos determinados.

En Italia, se han presentado todos como herederos del *Liber Abacci*¹¹ de Leonardo de Pisa, Fibonacci, primer manual occidental, escrito todavía en lengua latina, que difunde los conocimientos aritméticos indoárabigos. Leonardo de Pisa, hijo de un importante mercader de esta localidad, cónsul de sus conciudadanos en Bujía, fue uno de los primeros italianos en apreciar la superioridad de la matemática árabe¹² y en poder aplicarla directamente en vida, al recibir el encargo del gobierno de Pisa de reorganizar la contabilidad urbana, al regresar a su ciudad natal tras un largo viaje por diferentes países musulmanes en los que había adquirido esa formación¹³.

No contamos con datos fiables que confirmen la existencia de este tipo de instituciones docentes en Castilla. Alusiones a la figura del maestro y discípulos, a un aprendizaje ordenado de las reglas elementales de la aritmética¹⁴, y a una etapa de formación¹⁵, que sí poseemos, no son suficientes para avalar su funcionamiento. Esas alusiones podrían referirse igualmente a la figura de un “profesor particular”, preceptor específico, contratado directamente por las

in Renaissance Florence”, *Journal of European Economic History*, 1, 1972, pp. 418-433. Explica el funcionamiento en las páginas 422-423.

⁹ Uno de los tratados de Paolo dell’Abbaco, fundador de la escuela de la Trinidad (ver nota anterior) ha sido estudiado por Gino Arrighi, ARRIGHI, G. (ed.): *Paolo dell’Abaco, Trattato d’Arismetica*, Pisa, 1964.

¹⁰ Se pueden contabilizar más de 300 antes de 1500 según W. Van Egmond, ver: VAN EGMOND, W.: “How algebra came to France”, en *Mathematics from Manuscript to Print (1300-1600)*, Oxford, 1988, pp. 127-143. En este trabajo, p. 129, encontramos el dato de 300 manuscritos. La mayoría se describen en otro trabajo del mismo autor, el importante catálogo, *Practical mathematics in the Italian Renaissance: a catalogue of italian abacus manuscripts and printed books to 1600*, Firenze, 1980.

¹¹ A pesar de la importancia de esta obra, no conocemos más versiones latinas accesibles de la misma que la de BONCOMPAGNI, B.: *Scritti de Leonardo Pisano, I Liber Abacci, II Practica geometriae, Opera Minora*, Roma, 1857. Un excelente resumen sobre la obra de Fibonacci, así como una abundante bibliografía sobre el mismo, la encontramos en VOGEL, K.: “Leonardo Fibonacci”, en GILLISPIE, Ch. C. (ed.), *Dictionary of Scientific Biography*, vol. 4, New York, 1981, pp. 604-613. También VV.AA.: *Leonardo Fibonacci. Il tempo, le opere, l’eredità científica*, Pisa, 1994.

¹² El propio Leonardo en el prólogo de su *Liber Abacci* explica como su padre se dio cuenta de la superioridad de la matemática árabe y de que su aprendizaje le sería de gran utilidad y provecho a su hijo “...inspecta utilitate et commoditate futura...”, TANGHERONI, M.: “Fibonacci, Pisa e il Mediterraneo”, en *Leonardo Fibonacci. Il tempo, le opere, l’eredità científica*, Pisa, 1994, p. 18.

¹³ Ya que él era “...sapienter viro magistro in abacandis estimationibus et rationibus...” recogido por ANTONI, T.: “Leonardo Pisano detto il Fibonacci e lo sviluppo della contabilità mercantile del Duecento”, en *Leonardo Fibonacci. Il tempo, le opere, l’eredità científica*, Pisa, 1994, pp. 45-50.

¹⁴ *Las figuras del maestro e después de sus discipulos en cómo aprenden dellas syete espeçias del arte del algarismo, la primera que les enseñan es a conocer las letras, qué prescio valen cada una e después a sumar e menguar que es sacar un cuento de otro e a multiplicar e a partir cuentas por meytad y 3.º y 4.º y 5.º; por otras partes cualesquier, e llegar en menudos e espedaçados e flaçiones...*, manuscrito 46 Real Colegiata de San Isidoro de León, fol. 2v. CAUNEDO DEL POTRO, B. y CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *El arte del algarismo...*, p. 133.

¹⁵ *Era muchacho e estaba estudiando*, García de Lerma, importante mercader burgalés de finales del siglo XV, confirma la iniciación en los negocios de su hermano Diego y de su primo Pedro, pero la negaría del también su primo Juan, quien era todavía demasiado joven, *que en el tiempo que esta posuición dize, el dicho Juan Pardo no meresçia salario porque ni servia al dicho Diego de Soria ni estava en la mercaderia, antes andava estudiando e fera muchacho fasta el año de quinientos...* CAUNEDO DEL POTRO, B.: “Negocios laneros: iniciación de una carrera comercial”, *Actas de las Primeras Jornadas sobre Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular*, Madrid, 1996, p. 639.

familias interesadas en contar con sus servicios, práctica generalizada en cualquier momento y sociedad, y también en la que ahora intentamos reflejar¹⁶. También es cierto, que a lo largo del siglo xv, se observa una cierta “toma de conciencia” por parte de los gobiernos municipales castellanos sobre la necesidad de instrucción, imponiéndose la idea de que los saberes intelectuales incrementaban las cualidades del individuo y proporcionaban una mejor preparación para las actividades específicas de su grupo. Esa toma de conciencia se plasmó en acuerdos para una organización mixta de las escuelas catedralicias existentes, las cuales, a pesar de la diversidad de fórmulas, suelen tener como punto en común, que el poder civil se convierta en el gestor de los recursos financieros. Los primeros ejemplos de esta política educativa compartida se insinúan en Burgos a finales de 1380¹⁷, aunque no tenemos constancia de que se impartiesen disciplinas que fuesen más allá de la lectura y escritura. Una mención concreta del aprendizaje de la aritmética por parte del artesanado medio se encontrará en Córdoba a mediados del siglo xv. La viuda de un caballero, un alguacil, un trapero, un sastre, un platero y un correo, solicitan los servicios de *maestros* que además de enseñar a leer y escribir, enseñasen a *sumar cuenta llana para las deudas que le deven e el deve*¹⁸.

Sí contamos, sin embargo, en Castilla con los típicos manuales de ábaco, tratados de aritmética comercial, breves, sencillos y de eminente carácter práctico. El primero que conocemos, que es además el más general y completo hasta el momento, es el denominado *Libro de Arismética*, elaborado probablemente en la primera mitad del siglo xiv, y cuyo manuscrito se custodia en la Real Colegiata de San Isidoro de León¹⁹. La organización general del manuscrito castellano sigue el plan común de toda la literatura aritmética de la época, en donde después de un índice o resumen en el que se exponen los aspectos más generales y básicos de las diferentes operaciones, se procede a la descripción y somera explicación de cada operación y se incluye –en este caso– una larga colección de ejemplos prácticos, en total 192. En concreto se estructura en cinco partes: Introducción, Numeración, Descripción de las operaciones aritméticas elementales (*espeçias*), Colección de problemas y Material misceláneo.

En la introducción, tras una invocación religiosa, un pequeño alegato sobre el valor y la utilidad de la aritmética, nos presenta el plan de la obra, que podríamos denominar con un criterio moderno, índice o resumen. Se describe a continuación el sistema de numeración utilizado, la numeración indo-arábiga, explicándose el valor posicional y el valor del 0. Denomina el autor *espeçias* a las operaciones aritméticas elementales. Para él son siete: suma, resta, multiplicación, división, reparto proporcional, regla de tres y fracciones. La colección de

¹⁶ Es difícil constatar la actuación del profesor particular, figura que sin embargo debió de ser muy abundante, ya que la mayor parte de los acuerdos serían verbales. Un temprano ejemplo, de nuevo italiano –Génova, siglo XIII– nos lo presenta REYNOLDS, R. L.: “Two documents concerning elementary education in thirteenth-century Genoa”, *Speculum*, 12, 1937, pp. 255-256. Un importante mercader banquero contrata a un maestro para que enseñe a leer a sus dos hijos. El contrato tiene un marcado carácter mercantil.

¹⁷ El concejo de Burgos parece optar por un planteamiento especializado de la enseñanza a partir de un aprendizaje previo de la gramática, que era impartida por un maestro y un bachiller a los hijos de los grupos superiores. Para poder llevarlo a cabo, se obtiene un privilegio real que faculta a las autoridades locales a nombrar un lector en cánones a cargo de las rentas regias, y más concretamente de las alcabalas. BECEIRO PITA, I.: “Entre el ámbito privado y las competencias públicas: la educación en el reino de Castilla (siglos XIII-XV)”, en *Pensamiento medieval hispano. Homenaje a Horacio Santiago Otero*, Madrid, 1998, pp. 861-885.

¹⁸ BECEIRO PITA, I.: “Entre el ámbito privado y las competencias públicas...”, p. 884. Recoge diferentes alusiones a la ampliación del alumnado, que se canalizó de diferentes formas según la localidad. Señala también distintas escuelas privadas e iniciativas personales, como la del condestable Miguel Lucas de Iranzo, quien en 1470, llama a un maestro de Sevilla para que se asiente en Jaén e imparta gramática, retórica, lógica y todas las demás artes liberales a *toda qualesquier persona del obispado de Jahen que quisiesen aprender...*

¹⁹ Este ejemplar es una copia manuscrita del siglo xvi de un escrito fechado en 1394, cuyo contenido recoge lo expuesto en manuscritos anteriores, perdidos por ahora, que se remontan a comienzos del siglo xiv. Hemos realizado una edición y estudio del mismo, CAUNEDO DEL POTRO, B. y CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *El arte del algarismo...*

problemas constituye la mayor parte del manuscrito. Aparecen todos, los 192, resueltos y además correctamente (con algunos errores de copia, que pueden ser obviados en su mayoría). Los podríamos agrupar de dos modos diferentes, bien teniendo en cuenta el tipo de problemas o bien considerando el procedimiento seguido en su resolución. La primera clasificación, nos ofrece el siguiente balance: Cálculo, encontrar uno o varios números que cumplan unas condiciones (47,24%), cálculo, agilidad mental, resolver situaciones que tienen asociados números (12,6%), hallar precios de productos o cantidades de productos relacionados (25,13%), hallar tiempo transcurrido en la ocurrencia de sucesos (18,9%), encontrar el todo de partes (5,3%), repartir dinero o productos (13,7%), trueque (1,1%), aleaciones (23,12%), intereses, rentas (14,7%), hallar cantidades de dinero, cosas o personas (26,14%) y cálculo de aproximación de cuerpos geométricos (8,4%). Y la segunda: aquellos resueltos empleando operaciones elementales, las cuatro primeras *espeçias* (52,27%), regla de tres (28,14%), proporciones (16,8%), fracciones (67,35%), aleaciones (23,12%), raíz cuadrada (5,3%) y habilidad mental (1,1%), en éste no utiliza ningún tipo de operación en su resolución. Consideramos material misceláneo aquellas partes no aritméticas: un texto sobre el ensayo de la moneda de plata, un pequeño listado con la ley de diferentes monedas (real, tornés, barcelonés), una breve definición de *mutança* y un pentagrama con notas, cierran el manuscrito.

Se trata de una organización orientada por el carácter práctico de estas obras que se revela en la brevedad y aparente sencillez en la exposición. Se eliminan citas y cualquier disgregación para centrarse en lo que realmente se cree que interesa al hombre de negocios y a todo aquel que quisiera aprender el noble arte de la aritmética. Se reclama su atención en algunos casos de un modo especial, con recomendaciones familiares –*acuérdate, para mientes*– recordándole cuestiones en las que se supone se habría insistido especialmente, y que son totalmente necesarias para no cometer errores o equivocaciones. También se le anima a que siga resolviendo problemas del mismo tipo aplicando el mismo procedimiento²⁰. El *Libro de Arismética* castellano no desmerece al lado de sus contemporáneos europeos ni en la presentación de las operaciones, ni en el enorme caudal de ejercicios prácticos, ni en el enunciado de los mismos tras las correspondientes adecuaciones de tiempo y lugar. Resulta evidente que el autor, anónimo, era buen conocedor de toda una literatura aritmética.

Algunas diferencias encontramos entre este *Libro de Arismética* y los otros dos manuscritos castellanos que conocemos del siglo XIV. Un segundo, se conserva en bastante buen estado, en la Biblioteca Nacional de Madrid, sección Raros²¹. De su existencia da noticia el trabajo de José María Millás Vallicrosa, *Las traducciones orientales en los manuscritos de la Biblioteca catedral de Toledo*²², donde ya consta que está encuadernado con un *Libro de Agricultura*, título que se lee en su lomo. Éste, truncado y sin título, se inicia con una muy somera explicación del sistema de numeración indoarábigo y del valor de posición. Presenta la numeración romana y su equivalencia con el nuevo sistema que es el que va a utilizar en el resto de la obra. Lo hace de forma rápida, ya que alude a una explicación anterior. Inmediatamente después, introduce lo que el autor denomina, cuarta regla, que es operar con fracciones, y el grueso de problemas, en los que utiliza fundamentalmente este tipo de operaciones. En el enunciado de esta también abundante colección de problemas, quizá podamos ver diferencias en cuanto a los destinatarios, si lo comparamos con el *Libro de Arismética*. El manuscrito del que ahora nos ocupamos lo

²⁰ Al fin de cada problema, se cierra el párrafo con *e asy farás otra cuenta, e segund esta cuenta se fiso se fará otra qualquier semejante desta, e como esta cuenta feziste asy farás todas las otras cuentas que desta manera sean...* CAUNEDO DEL POTRO, B. y CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *El arte del algarismo...*, p. 73.

²¹ Biblioteca Nacional, Raros, 10106.

²² MILLÁS VALLICROSA, J. M.: *Las traducciones orientales en los manuscritos de la Biblioteca Nacional de Toledo*, Madrid, 1942, p. 91.

vemos más orientado al mundo del comercio que sirviendo a otros sectores urbanos también interesados por la práctica aritmética que le pudiesen proporcionar estos tratados útiles y sencillos escritos en lengua vulgar. Ello no es óbice para que los calificuemos ambos como manuales de aritmética mercantil. En este manual echamos de menos enunciados que podríamos hacer derivar más directamente de una tradición cristiana occidental, visible en Beda y Alcuino y en sus obras *De Arithmetice Propositionibus, Propositiones ad acuendos juvenes* dispuestas para desarrollar el ingenio de los jóvenes novicios de los monasterios occidentales²³. Fijándonos en el enunciado y contenido de sus 76 problemas, vemos que no aparece ninguno de los que se pueden calificar con la etiqueta común de aritmética recreativa²⁴, y que constituyan, sin embargo, la casi totalidad de los 55 enunciados por Beda. No se formula ninguno de los denominados “problemas de aves” en los que se solicita calcular el número de aves que van volando o de algún otro grupo de animales o personas con los que podamos encontrarlos; tampoco encontramos “problemas de cisterna”, tiempo que tarda en llenarse un depósito según se abran una, dos o tres canillas, ni de “repartos testamentarios” en los que se asignan cantidades diferentes según el sexo de los hijos que están por nacer y que pueden complicarse con el nacimiento de gemelos o trillizos. Tampoco se enuncian problemas de geometría simple, ni de cálculo de edades, repartos..., ni aquellos otros que pueden calificarse de habilidad mental ya que no utilizan ningún tipo de operación para su resolución²⁵. Sí incluye varios, un 30%, de conversión de moneda y de compra-venta de mercancías utilizando unidades de peso y medida diferentes, vigentes en los distintos mercados frecuentados, todos ellos mediterráneos. Esta diversidad de prácticas metrológicas, sus equivalencias y el caos que las mismas organizaban, sí que podían desalentar a cualquier mercader no buen conocedor del problema, abrumado por la “maldición metrológica”²⁶; por lo tanto, resultaba sumamente conveniente practicar e insistir en este tipo de ejercicios. También incluye algunos, un 16%, de “aleaciones” que nos permitirían conocer cómo realizar una aleación para obtener la ley que necesitamos, y que interesaba tanto a los mercaderes como a “maestros de moneda”, plateros y orífices, para quienes constituía un tema crucial²⁷.

²³ Ver el apartado *Tradicón latina* de nuestro trabajo *El arte del algarismo...* y también “La vigencia de Beda...”, pp. 937-940.

²⁴ SINGMASTER, D.: “Some early sources in recreational mathematics”, en *Mathematics from Manuscript to Print...*, pp. 195-209, reúne compilaciones modernas de este tipo de problemas y recoge tratadistas medievales y renacentistas que han enunciado estos ejercicios. Resalta también las dificultades para establecer una correcta distribución geográfica de las fuentes de origen y modifica la opinión de algunos pioneros como SMITH, D. E.: “On the origin of certain typical problems”, *American Mathematical Monthly*, 24, 1917, pp. 64-71 sobre el origen griego de algunos de estos problemas, en concreto los “de cisterna” que Smith localizaba en Herón (100 a.C.) y Diofanto (270 a.C.) y Singmaster localiza en India y China en fechas muy anteriores. Ver también sobre este tipo de problemas de “aritmética recreativa” el trabajo del matemático SÁNCHEZ PÉREZ, J. A.: *Divertimentos matemáticos*, Madrid, 1949, donde insiste en que algunos de sus “trucos” pueden ayudar a salvar una aburrida reunión.

²⁵ En uno de ellos, Beda pregunta cómo se resolvería el problema de un hombre que llevando un lobo, una cabra y una col, tiene necesidad de atravesar un río en una barca, pero no podía pasar más que yendo él solo o con un solo animal o con la col. Se reproduce sin ninguna variante más que la col es sustituida por un haz de hierba en uno de los manuscritos castellanos del siglo XIV. Ver mi trabajo “La vigencia de Beda...”.

²⁶ En esta diversidad y en sus equivalencias insisten prácticamente todos los Manuales de Mercadería conocidos. Ver al respecto, MASON, C. B.: *Renaissance business attitudes toward Academic learning*, Los Ángeles, 1974. Para la problemática concreta de la Corona de Castilla y comentario de la “maldición metrológica” resulta valioso el trabajo de TEN ROS, A. E. y SALVADOR PELAYO, F.: “La metrología”, en *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla, Edad Media, II*, GARCÍA BALLESTER, L. (dir.), Salamanca, 2002, pp. 529-537.

²⁷ Ver sobre este problema el capítulo de Ricardo Córdoba de la Llave, *La aleación de la moneda de plata*, en CAUNEDO DEL POTRO, B. y CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *El arte del algarismo...* pp. 99-104. Es en estos problemas de aleaciones en los únicos que coinciden con los enunciados por Beda. Éste incluye uno, que resuelve, en su colección. “La vigencia de Beda...”. Los problemas de aleaciones de este manuscrito se analizan en “Three Castilian Manuscripts on Mercantile Arithmetic: Their problems of alloys”, trabajo presentado por Betsabé Caunedo al Coloquio Internacional *Culture monétaire, aspects mathématiques, technologiques et marchands (XIII^e-XVI^e siècle)*, celebrado en París-Orleans en septiembre de 2004, cuyas actas están en prensa.

Diferente es, también, el tercero de los manuales, así mismo del siglo XIV, y titulado *De Arismética*²⁸. Éste, aunque está incompleto forma un todo coherente e inteligible. Carece de todos los aspectos generales e introductorios y comienza directamente con una colección de problemas –48 en este caso– tras dejar muy claro que el objetivo del manual es conferir unos conocimientos apropiados de las operaciones con fracciones, *este libro es muy bueno e muy provechoso para saber partir e multiplicar enteros e rotos*²⁹. Este objetivo se cumple. El autor, también anónimo, demuestra una considerable maestría en el manejo de las mismas, y las aplica a 42 problemas de los 48 resueltos. Los seis restantes los resuelve o con proporciones (4), o con operaciones elementales (2). El manuscrito concluye con la inserción de unas tablas de multiplicar, con el fin de facilitar su aprendizaje, su memorización. El autor diferencia entre *Tabla menor* y *tablas mayores*³⁰. La *tabla menor* consiste en una simple relación de las tablas del 1 al 9; mientras que las *tablas mayores*, además de incluir las anteriores, nos presentan la de números más elevados: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 29, 31, 33, 37, 41, 43, 47, 51, 53, 57, 59, 61 en las que también aparecen resultados de multiplicar números superiores a 10, que igualmente debían memorizarse.

Otros manuales de los primeros años del siglo XVI, no difieren demasiado de éstos datados en el siglo XIV. Siguen presentando una misma estructura y contenido, revelan también un fin didáctico y una clara proyección comercial. Ésta se aprecia claramente en el manual de Mosén Juan de Andrés de 1515, *Sumario breve de la práctica de la Aritmética de todo el curso del arte mercantil bien declarado, el cual se llama maestro de cuenta*, y en el de Juan Gutiérrez de Gualda, de 1539, *Arte breve y provechoso de cuenta castellana y aritmética, donde se muestran las cinco reglas de guarismo por la cuenta castellana y reglas de memoria*³¹. En el inicio de éste se indica además de su fin didáctico, que el desconocimiento de las simples reglas aritméticas facilita el engaño y por tanto el fraude³². Alcanzó muy pronto un éxito muy notable –cinco ediciones en los 40 años siguientes a su aparición– reimprimiéndose en numerosas ocasiones hasta bien entrado el siglo XVII.

Estos manuscritos castellanos de aritmética comercial constituyen una buena muestra de la existencia de una literatura técnica, que había comenzado a difundirse por Europa occidental

²⁸ El manuscrito, *De Arismética*, se conserva en muy buen estado en la Real Academia Española, Ms. 155, encuadernado en una miscelánea titulada *Escritos Diversos: Dichos de sabios y filósofos; Libro del regimiento de la salud; Regimiento para conservar la salud de los omes; Coplas de Mingo Revulgo...* entre los que se intercalan, muy brevemente, unas *notas sobre las estaciones, recetas médicas, Sentencias de Salomón, notas sobre el componente de oro y plata en diferentes monedas y sobre algunos signos del zodiaco y sus características*. Fue Bartolomé J. Gallardo quien nos ofreció una primera noticia de la existencia de este interesante documento GALLARDO, B. J.: *Ensayos de una biblioteca de libros raros y curiosos*, Madrid, 1863, tomo I, n.º 758. Hemos realizado un estudio del mismo “*De Arismética*. Un manual de aritmética para mercaderes”, *Cuadernos de Historia de España*, LXXVIII, 2003-04, pp. 35-46.

²⁹ El uso tan abundante de las fracciones se debió indudablemente a la no utilización de los números decimales. Recordemos que para expresar cantidades inferiores a la unidad se utilizaban únicamente las fracciones. La comodidad del empleo de los decimales, puesta claramente de manifiesto por el polifacético Simón Stevin a finales del siglo XVI, y su interés por aplicarlo al mundo de los negocios, constituye junto con la interpretación de los números negativos como pérdida, una de las contribuciones más importantes del comercio a las matemáticas a juicio de J. A. Shirk. SHIRK, J. A.: “Contribution of comerce to Mathematics”, *Mathematics Teacher*, 32, 1939, pp. 206-207.

³⁰ Real Academia Española, fols. 161r-164r.

³¹ Ambos se custodian en la Biblioteca Nacional, sección *Raros*. El de Juan de Andrés con la signatura 9124 y el de Juan Gutiérrez de Gualda con la de 8172. De ambos da noticia, HERNÁNDEZ ESTEVE, E.: *Contribución al estudio de la historiografía contable en España*, Madrid, 1981.

³² ... *el presente tratado es para declaración de principios de quenta castellana y arismética, en el qual se demuestran las cinco reglas mas principales que comúnmente se tratan en España, por las quales fácilmente en qualquier cosa por mínima que sea los hombres que lo ignoran pueden ser engañados...* GUTIÉRREZ DE GUALDA, J.: *Arte breve y provechoso de cuenta castellana y aritmética, donde se muestran las cinco reglas de guarismo por la cuenta castellana y reglas de memoria*, Biblioteca Nacional, Raros, 8172, fol. 3.

desde el siglo XIII –aunque se produjeron ejemplos anteriores– como consecuencia del contacto del mundo musulmán y la Europa latina a través de la gran vía de comunicación que fue el Mediterráneo. Muestran como la Corona de Castilla estaba plenamente conectada con lo que ocurrió primero en la Europa del sur y mediterránea, y más tarde, en la fachada atlántica y Europa Central. Estas relaciones y conexiones, prueba de un notable grado de comunicación cultural, no impiden, sin embargo, que queramos reivindicar para ellos un origen hispano, fruto del fecundo mestizaje cultural: latino, judaico y musulmán, que tuvo como solar privilegiado, aunque no exclusivo, el solar peninsular. Fueron muchos y diversos los hispanos que pueden ser presentados como cultivadores de la aritmética: Isidoro de Sevilla, Maslama de Madrid, Ibn al Samh, Al-Zahrawi, Abraham bar Hiyya, Abraham ibn Ezra... muchas y muy diversas las aportaciones de cada uno y de su entorno³³, aunque haya sido la fascinante aportación musulmana del sistema de numeración y del valor de posición la más extraordinaria, y que eclipsa, en buena medida, la herencia latina y judaica. Pero además de ese sistema de numeración, conocido y utilizado en la península en fechas tempranas, queremos destacar también el cultivo de la propia disciplina, la aritmética comercial, *Al-Muawalat* en esas mismas fechas, siglo X. De la misma fueron cultivadores Maslama y sus discípulos: Ibn al Samh y Al-Zahrawi. Y aunque las obras de estos autores y de este género parece que no se conservan, si se cuenta con una versión latina de las mismas, un *Liber Mahameleth*, de la segunda mitad del siglo XII atribuida a Johannes Hispalensis³⁴. Estas obras de aritmética prácticas, fueron las inspiradoras de los Manuales de Ábaco occidentales, presentan la misma estructura y organización, ofreciendo en una primera parte la presentación de las operaciones básicas y en una segunda una colección de problemas sobre compra venta de mercancías, contratación de obreros, distribución de alimentos, repartos, cambios de monedas, pequeños ejercicios de geometría... cuyo enunciado se iría repitiendo con muy escasas modificaciones.

Aunque estas obras no hayan tenido en el momento de su elaboración una gran aceptación en la España cristiana, prueban que ésta se estaba iniciando en la nueva aritmética árabe, que sería capaz de transmitirla³⁵ y también de utilizarla un poco más tarde, cuando las nuevas condiciones económicas y sociales las demandasen. Es ésta una vía que hay que tener en cuenta cuando hablamos de un modelo de literatura técnica circulante por todo el mediterráneo occidental. Y aunque resulte sumamente difícil establecer familias y filiaciones entre los tratados de aritmética mercantil bajomedievales³⁶, sí que podríamos afirmar que los autores anónimos de nuestros manuscritos conocían a San Isidoro, a Abraham bar Hiyya, a Abraham ibn Ezra, los *Liber Mahameleth*..., toda una rica tradición hispana. ¿Conocían también el *Liber Abacci*? No

³³ Ver el capítulo “La transmisión de la Aritmética en la Alta Edad Media”, en CAUNEDO DEL POTRO, B. y CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *El arte del algarismo...*, pp. 23-38.

³⁴ El profesor J. Sesiano, buen conocedor de esta obra, afirma no saber nada sobre su autor mas que su localización en Castilla en la segunda mitad del siglo XII, “Le liber Mahameleth, un traité mathématique latin composé au XII siècle en Espagne”, *Histoire des Mathématiques arabes, Premier Colloque International sur l’Histoire des Mathématiques arabes*, Alger, 1980, pp. 69-70. Poco después, él mismo la atribuye, aunque con algunas reservas a Juan Hispalensis, adelantando en unos años la fecha de elaboración, 1140, 1135; *idem*: “Der Liber Mahameleth”, 8, *XVIII International Congress of History of Science*, Hamburg-München, 1989.

³⁵ Ver las campañas de traducciones y línea de transmisión apuntada en “La transmisión de la Aritmética en la Alta Edad Media”, en CAUNEDO DEL POTRO, B. y CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *El arte del algarismo...*, pp. 33-38.

³⁶ BEAUJOUAN, G.: “The place of Nicolás Chuquet in a typology of fifteenth-century French arithmetics”, en *Mathematics from Manuscript to Print (1300-1600)*, Oxford, 1988, pp. 75-77, comenta la dificultad de encontrar una vía certera de transmisión. Dentro de los tratados típicos de aritmética comercial distingue en Francia dos grupos: los del norte del país, influenciados por Sacrobosco, y los del sur y Francia mediterránea, más cercanos a los manuales italianos. Asegura que el *Liber Abacci* fue desconocido en Francia hasta el final de la Edad Media. VAN EGMOND, W.: “How algebra come to France” en *Mathematics from Manuscript to Print (1300-1600)*, Oxford, 1988, p. 136, también nos explica que resulta difícil demostrar el origen italiano de los libros de ábaco franceses. Para estar seguro dice que habría que hacer un estudio comparativo profundo.

lo sabemos con certeza, es muy posible, dadas las intensas relaciones comerciales entre Italia y los puertos del sur de Castilla. Pero si se pueden establecer analogías y similitudes entre todos estos tratados, es porque todos bebieron y se inspiraron en unas mismas fuentes, fuentes que no sólo Fibonacci supo aprovechar; otros también lo hicieron, beneficiándose además de una mayor cercanía y disponibilidad. Un posible origen hispano también atribuye Jens Hoyrup al considerado primer tratado de álgebra en lengua vulgar, el *Tractatus Algorismi* de Jacopo de Firenze³⁷. Reivindica lo que él llama “particular idiosincrasia” para este tratado, y esa idiosincrasia es precisamente este origen hispano, desdeñando la vía tradicional de transmisión, la de Fibonacci, que consideran todos los tratados italianos.

Dado que los hombres de negocios necesitaron ordenar y racionalizar su oficio, el comercio se mostraba como una “ciencia” susceptible de conocimiento que exigía una preparación determinada, y por ello, se vieron obligados a crear su propia “educación profesional”. Los libros de aritmética vistos, surgieron de esa necesidad, así como también los *Tratados de Mercadería* e incluso los de *Buenas costumbres*. Todos ellos ofrecerían un conjunto de conocimientos muy útiles para moverse con soltura en el cada vez más intrincado ejercicio del comercio³⁸.

De todos los *Manuales de Mercadería*, el más conocido, aunque no el más antiguo³⁹, es el elaborado por Francesco Pegolotti (1290-1350), *La Practica de la Mercatura*, en la que el autor, un factor de la compañía italiana Bardi, plasma toda su dilatada experiencia comercial⁴⁰. Nos ofrece una riquísima información sobre aspectos diversos, desde detalles sobre monedas (composición metálica, valor de cambio, acuñación...), sobre pesos y medidas utilizadas en diferentes lugares, tasas, peajes, modos para determinar y poder conocer la calidad de un producto... a un pequeño diccionario y una “auténtica guía de viaje” que permitía recorrer con más facilidad los diferentes países mediterráneos y atlánticos con los que comerciaba su firma. Más corto, conciso y puntual, resulta el *Manual de Ricci*, elaborado medio siglo después, cuando las circunstancias generales eran mucho más difíciles, al haberse sufrido los efectos negativos de las fuertes quiebras del siglo XIV. El manual, respondiendo a esas dificultades, está más orientado a la consecución de un beneficio y minimización de pérdidas. Prescinde de detalles sobre viajes, de las expresiones idiomáticas, de los grandes listados de mercancías, para centrarse en el precio del dinero y en las vicisitudes de los mercados de cambios, insistiendo en las fluctuaciones en el mercado de la moneda y enfatizando las variaciones estacionales. Este trabajo fue copiado en 1416 por un agente de los Medici, Antonio di Miser Francesco de Pescia, quien le añadiría ocho capítulos propios⁴¹, y poco después, en 1485, Giorgio Chiarini, publicaba su *Il libro che trate di mercantie et usanze de paesi*, clara simbiosis de ambos.

³⁷ HOYRUP, J.: “Vat. Lat. 4826 Jacopo de Firenze, Tractatus algorismi. Preliminary transcription of the manuscript with occasional commentaries”, *Filosofi og Videnskabsteori Pa Roskilde Universitetscenter*, 1999, 3, pp. 1-114, y “Jacopo da Firenze and the beginning of Italian Vernacular Algebra”, *Filosofi og Videnskabsteori Pa Roskilde Universitetscenter*, 2003, 6, pp. 1-35.

³⁸ Aunque bien es cierto que la primera finalidad de estos manuales fue servir a la firma comercial para la que habían sido elaborados y no a la “formación” del grupo mercantil.

³⁹ El más antiguo Manual de Mercadería conservado parece ser, *Memoria de tucte le mercante*, redactado en Pisa en 1278, estudiado por SABATINO LÓPEZ, R.: “Un texte inedit: le plus ancien Manuel italien de technique commerciales”, *Revue Historique*, 243, 1970, pp. 67-76.

⁴⁰ De este manual, de los otros aquí mencionados, así como de algunos de los más clásicos libros de mercadería y de buenas costumbres, nos ofrece un buen resumen y análisis comparativo, MASON, C. B.: *Renaissance...* Nos da detalles también sobre sus ediciones críticas. La más asequible, la que sobre el Manual de Pegolotti efectuó EVANS, A. T.: *Balducci Pegolotti, F. La practica della Mercatura*, Medieval Academy of América, 24, Cambridge Mass., 1936.

⁴¹ Mason, en su trabajo reflejado en la nota anterior, evalúa positivamente el que este trabajo fuese copiado por una de las firmas florentinas más importantes, como la de los Medici. Llama la atención, además, sobre la desigualdad de las firmas: Medici-Ricci. Esta última fue una empresa relativamente modesta.

Son estos algunos ejemplos de los *Manuales de Mercadería* más conocidos. A su lado, con un propósito pedagógico y moralizador, los *Manuales de Buenas Costumbres*, ofrecían y articulaban la esencia de las creencias, pensamientos e ideales sociales que sostuvieron o intentaron sostener los hombres de negocios. Trabajo duro, ahorro, orden, orgullo familiar, orgullo de clase, reputación, responsabilidad social, piedad personal, honestidad, sentido del progreso... son conceptos y valores expresados una y otra vez como característica del grupo mercantil en ascenso. El *Libri di Buoni Costumi* de Paolo de Certaldo, responde a este tipo. Contiene cerca de 400 proverbios y máximas que quieren ofrecerle al mercader una guía de comportamiento que cubra todos los aspectos de su vida. Aunque no conocemos ningún ejemplo castellano de trabajos de este tipo, sí algunos elaborados en la Corona de Aragón como el catalán *Llibre de coneixences d'espècies i de drogues i d'avisaments de pesos, canes i mesures de diverses terres*, redactado en Barcelona hacia 1385, el posterior *Primera faç d'art de mercaderia* (1441) y el *Llibre que explica el que ha de ser un bon mercader*, de origen mallorquín o al menos copiado en Mallorca a finales del siglo xv⁴². Este elenco se cerraría con el más conocido, *Primer manual hispánico de mercadería*, publicado por M. Gual⁴³ y un tratado sobre moneda, *Tractat de les monedes*⁴⁴, que concluido en Barcelona hacia 1436-37 ponía en evidencia la importancia que la política monetaria tenía para garantizar el beneficio del mercader y el poder del príncipe.

Debió de haber incluso una formación de mercaderes y artesanos durante toda la vida, una especie de *Long Life Learning* profesional, en aspectos tocantes al desarrollo de sus oficios. Por ejemplo, en el conocimiento de la equivalencia entre distintas monedas, como aparece reflejado en el manual de Pegolotti; en el de los portulanos que marcaban las rutas marítimas más cortas y seguras hacia los principales puertos comerciales; incluso un cierto dominio de las lenguas habladas en los lugares con los que se comercia o, al menos, de las palabras técnicas referentes al oficio de que se trata o a las mercancías que se compran. Junto al Tratado de Aritmética escrito por el florentino Francesco Carlo di Macigni, en 1457, se conserva en un manuscrito de la Biblioteca Laurenziana de Florencia un “Vocabolario italiano-tesesco ad uso d’un mercante di panni” (Fondo Ashburnham, n.º 352). Y también del siglo xv se conserva en la Biblioteca Nacional Central de Florencia un “vocabula morisca” que contiene seis columnas de palabras en italiano de Nápoles con su correspondencia en árabe y que es calificado por M.^a Teresa Cacho como de origen hispánico (Fondo Palatino, n.º 951, folios 70-71)⁴⁵. Como último ejemplo de este tipo de manuales de aprendizaje de técnicas mercantiles y conocimientos laborales citaremos el manuscrito n.º 1565, conservado en la Biblioteca Riccardiana de la misma ciudad, y consistente en un Tratado de Mnemotécnica del siglo xv, que ocupa 13 folios y que está consagrado a exponer una serie de reglas para hacer más fácil el aprendizaje y el recuerdo de lo que se desea aprender.

Si la enseñanza de la aritmética mercantil generó la aparición de escuelas y maestros de ábaco, así como de manuales y textos escritos que serían empleados por maestros y alumnos, la transmisión de los conocimientos técnicos, tanto en relación con el comercio como con las labores industriales, sólo dio lugar a la aparición de textos escritos. Dichos textos serían utilizados por los propios maestros artesanos para su magisterio, un magisterio de carácter eminentemente práctico, que sería llevado a cabo en el marco del propio taller, pero serían

⁴² CIFUENTES I COMAMALA, L.: *La Ciencia en catalá a l'edat Mitjana i el Renaixement*, Barcelona-Palma de Mallorca, 2001, pp. 310-313.

⁴³ GUAL CAMARENA, M.: *Primer Manual hispánico de mercadería, siglo xv*, Barcelona, 1981.

⁴⁴ CIFUENTES I COMAMALA, L.: *La Ciencia en catalá...* pp. 313-4.

⁴⁵ CACHO, M.^a Teresa: *Manuscritos hispánicos en las Bibliotecas de Florencia. Descripción e inventario*, Firenze, 2001, Alinea Editrice, vol. 1, p. 272.

también empleados para la difusión de ciertas prácticas, de esos “secretos” del saber artesanal que acabaron por dar nombre a una parte de los recetarios de los siglos xv y xvi.

Aunque la información sobre técnica industrial es en los manuscritos medievales mucho más escasa que la de naturaleza aritmética o comercial, existen numerosos textos donde ésta se conserva. En la mayor parte de ellos, aparece bajo la forma de pequeñas recetas o instrucciones para preparar ciertas materias primas empleadas en las labores artesanales o para realizar determinadas operaciones de transformación. Normalmente estas instrucciones tienen un carácter muy breve y van insertas no sólo en obras de contenido técnico (los famosos “recetarios”) sino en muchas otras de contenido diverso, a veces científico (por ejemplo, matemático o médico), a veces comercial, y ello hace muy difícil rastrear su presencia en los manuscritos de la época. En otras ocasiones, sobre todo en relación con los textos más tardíos, estos capítulos forman auténticos tratados, libros independientes centrados en el campo de la industria textil, la tintorería, las técnicas artísticas (en especial, de pintura) y la metalurgia; estos manuales, que comienzan a multiplicarse a partir del siglo xiv, constituyen el precedente directo de los grandes manuales de esta naturaleza que conocemos para el siglo xvi.

Este carácter de los manuscritos técnicos de la Edad Media hace que podamos afirmar la existencia de dos épocas claramente diferenciadas en su elaboración. Hasta el siglo xiii sólo existen recetarios de contenido diverso, misceláneo, integrados por capítulos o instrucciones muy breves y, por lo general, mezcladas con otras materias no estrictamente artesanales. Por supuesto, este tipo de “recetarios” siguen existiendo durante los siglos xiv y xv y llegan hasta el xvi bajo la forma de los conocidos “libros de secretos”. Pero desde el siglo xiv hay un mayor número de textos y, sobre todo, tratados de carácter especializado consagrados a una sola actividad o con capítulos extensos dedicados a un trabajo concreto. Son obras que presentan mayor minuciosidad en la descripción técnica y que parece que fueron redactadas o, cuando menos, dictadas por un artesano o práctico. ¿A qué pudo obedecer este desarrollo, esta mayor precisión y especialización temática en los manuales de técnica industrial? Seguramente ello no fue debido ni a un repentino “floreamiento” de los tratados de técnica (que tenían ya entonces una larga tradición a sus espaldas) ni mucho menos al desarrollo de la tecnología europea en época renacentista. Es decir, a la aparición de nuevos métodos y procedimientos que obligaran a los artesanos a efectuar su plasmación por escrito para poder proceder a su conocimiento y difusión, pues los procesos técnicos que describen no son sustancialmente diferentes a los contenidos en manuscritos medievales más tempranos. El fenómeno hay más bien que atribuirlo al desarrollo cultural de la sociedad europea y está estrechamente vinculado con la laicización cultural, el despegue de las Universidades y la difusión de los nuevos sistemas de producción de textos, más económicos, el uso del papel en lugar del pergamino, de las lenguas romances en lugar del latín, de la imprenta en la segunda mitad del siglo xv.

Por otra parte, esta especialización no es el resultado de un cambio brusco, sino de un proceso gradual que se caracteriza por iniciarse con la inclusión de capítulos de contenido específico en libros que versan sobre materias muy variadas o sobre una temática radicalmente diferente de la técnica industrial, hasta que dichos capítulos se van separando de otras obras y van formando manuales propios e independientes. Por ejemplo, el famoso tratado de Teófilo incluye tres grandes capítulos sobre tres actividades notablemente diferentes (pintura, vidrio y metal); el texto castellano del siglo xiv, *Libro que enseña ensayar cualquier moneda*, se inserta, en forma de algunos folios, en mitad de un manual de aritmética comercial integrado por problemas matemáticos; el italiano del siglo xiv *Ricetta d'affinare oro* se incluye en el manual compilado por Pegolotti y dedicado a la práctica mercantil de los mercaderes italianos; y el texto dedicado al curtido y teñido del cuero inserto en el Manuscrito de Bolonia, comparte obra con otros muchos aspectos diversos de la técnica industrial. A partir de estos extensos capítulos que se incluyen en

obras de contenido distinto se desarrollan los manuales realmente independientes y dedicados a una actividad concreta a que antes hacíamos alusión, como el manual de tintorería del siglo xv publicado por Giovanni Reborá o el conocido Libro del Arte de Cennino Cennini.

Entre los textos que incluyen recetas relacionadas con la técnica industrial, de contenido diverso, el primero que podemos citar, por su temprana cronología, es el conocido por el nombre de *Compositiones Variæ* o *Compositiones ad tingenda musiva*, Códice 490 de la Biblioteca Capitular de Lucca. Este escrito fue publicado por Muratori en el siglo xviii bajo el título de *Compositiones ad tingenda musiva, pelles et allia, ad deaurandum ferrum, ad mineralia, ad crysographiam, ad glutina quaedam conficienda, aliaque artium documenta* (es decir, Recetas para teñir los mosaicos, las pieles y otros objetos, para dorar el hierro, para el empleo de las materias minerales, para la escritura en letras de oro, para hacer las soldaduras y otros documentos técnicos), pero seguramente es más correcto llamarlo *Compositiones Variæ*, como han hecho algunos de sus principales editores⁴⁶. Berthelot afirma que es transcripción de un manuscrito de la época de Carlomagno cuyo texto pasó, casi por entero, a un manual técnico más tardío, el *Mappae Clavicula* y, en algunos fragmentos, al *Liber Sacerdotum* (manuscrito 6514 de la Biblioteca Nacional de París). Su procedencia del Mediterráneo oriental está probada por el hecho de que, aún cuando todas las recetas están escritas en latín, algunas de ellas fueron redactadas primero en griego (como las referidas a la pulverización del oro y la plata), lo que evidencia tanto el origen bizantino de dichas recetas como que la obra es el resultado de la yuxtaposición de varios textos diferentes. Las *Compositiones* no constituyen un tratado metódico, sino un cuaderno de recetas y textos muy diversos, que seguramente fueron reunidos por un práctico para el ejercicio de su oficio. Trata aspectos tan distintos como la coloración y tintura de piedras artificiales para mosaicos; fabricación de vidrio de colores; tintura de pieles, maderas y huesos; minerales, metales, arcillas y óxidos metálicos de uso en orfebrería y pintura; preparación de diversas materias (mercurio, plomo, cinabrio, litargirio, oropimente) y aleaciones de bronce y latón, preparación del pergamino, preparación de pigmentos vegetales usados por pintores e iluminadores, dorado de diversas superficies y soldaduras⁴⁷.

Otro de los tratados medievales compilado en fecha más temprana es el *Mappae Clavicula* o “Llave para la pintura”. El manuscrito más antiguo conservado procede del siglo ix, se encuentra en la Biblioteca de Schlestadt (Bajo Rin) y fue reseñado por M. Girý, mientras que el primer texto estudiado y publicado por T. Phillips es copia del siglo xii; pero ninguno de los manuscritos que sobreviven es la obra original de un autor, sino el resultado de la copia de otro manuscrito. La edición más conocida, llevada a cabo por Cyril Smith y John Hawthorne, combina ambos textos, aunque está basada principalmente en el manuscrito conservado en Schlestadt (manuscrito 17, antes Latin 360), que está formado por 215 hojas de pergamino escritas en minúscula carolina del siglo ix⁴⁸. El *Mappae* parece que fue compilado a principios

⁴⁶ Publicado en 1739 por MURATORI, en el segundo volumen de su *Antiquitates Italicae mediæ aevi*, las *Compositiones* han sido objeto de diversos estudios en fechas más recientes. La primera edición en inglés fue realizada por BURNAM, John M.: *A Classical Technology edited from Codex Lucensis 490*, Boston, 1920, pero la más conocida es la de JOHNSON, R. P.: *Compositiones Variæ from Codex 490, Bibliotheca Capitolare, Lucca. An Introductory Study*, Illinois Studies in Language and Literature, vol. 23, University of Illinois Press, Urbana, 1939. La edición en alemán de HEDFORS, H.: *Compositiones ad tingenda musiva*, Uppsala, 1932, es muy completa e incluye extensas anotaciones sobre el texto. Existe también una edición en francés, llevada a cabo por DUCHESNE, L.: *Le Liber Pontificalis I*, París, 1886, y otras en italiano, SCHIAPARELLI, L.: *Il codice 490 de la Biblioteca Capitolare di Lucca*, Roma, 1924 y CAFFARO, A.: *Scrivere in oro. Ricettari medievali d'arte e artigianato (secc. IX-XI). Codici di Lucca e Iurea*, 2003.

⁴⁷ BERTHELOT, M.: *La Chimie au moyen âge*, París, 1893, 3 vols. Reimpr. Amsterdam, 1967, vol. 1, pp. 7-10.

⁴⁸ La existencia de ambos manuscritos fue señalada por JOHNSON, R. P.: “Notes on some manuscripts of the *Mappae Clavicula*”, *Speculum*, 10, 1935, pp. 72-81. La primera publicación del texto, con la transcripción original en latín, fue realizada en el siglo xix por PHILLIPPS, Th.: “A Manuscript Treatise on the preparation of Pigments and on various processes of the Decorative Arts practiced in the Middle Ages, written in the twelfth century, and entitled

del siglo IX en el sur de Italia, aunque muchos de sus materiales proceden de Oriente (Alejandría, Persia, Capadocia) y enlazan directamente con los contenidos de las *Compositiones*. Como hemos señalado, contiene un gran número de recetas idénticas a las del manuscrito de Lucca, aunque en general se trata de un texto más completo y que reúne más información. El texto tiene dos partes principales, la primera es un tratado sobre metales preciosos, mientras que la segunda está referida a recetas de tintura que reproduce, casi por entero aunque en orden distinto, las recetas de las *Compositiones* (acerca de los vidrios coloreados, los metales y las soldaduras). Se trata, como el anterior, de un libro de recetas escrito en latín que incluye referencias a colorantes, tintes, metales y diversas operaciones químicas. En palabras de Berthelot, eso demostraría la existencia de un fondo común de procedimientos prácticos más o menos conocidos por los industriales de la época⁴⁹.

A fines del siglo X o durante el siglo XI debió ser compilado el conocido como *Liber Sacerdotum* o Libro de los Sacerdotes, anónimo contenido en el manuscrito n.º 6514 de la Biblioteca Nacional de París, copia de la primera mitad del siglo XIII. Berthelot afirma que se trata de un texto un poco más reciente que el *Mappae Clavicula* (porque el *Mappae* deriva directamente de la tradición antigua, mientras que el *Liber* parece traducido del árabe) pero más antiguo que las obras de Eraclius y Teófilo, ambas de la primera mitad del siglo XII⁵⁰. El *Liber Sacerdotum* se relaciona con la tradición egipcia del “Libro sacado del santuario de los templos”, prácticas desarrolladas en Alejandría durante los primeros siglos de la Era cristiana y ligadas con antiguos métodos egipcios. Aunque su autoría es desconocida (salvo por el nombre Johanes que aparece mencionado en el texto), la obra está llena de nombres árabes más o menos alterados y contiene dos pequeños léxicos árabe-latino, lo que evidencia bien claramente la influencia del mundo islámico, una influencia quizá ejercida a través de al-Andalus dado que algunas de las indicaciones contenidas en el texto parecen evidenciar un origen español, por ejemplo cuando la receta n.º 112 indica *si in vitro vase vel scutello Hispanie operari volueris...*⁵¹. Contiene unas doscientas recetas, extraídas de libros diferentes, y relativas a multitud de temas dispersos como preparaciones de química mineral, transmutación de metales, fabricación de colores y tintas y piedras preciosas, muchas de las cuales recuerdan, como hemos dicho, a las ofrecidas en las *Compositiones* y en el *Mappae Clavicula* aunque su redacción varíe notablemente. El libro está articulado en diferentes capítulos o secciones; la primera serie está dedicada a las recetas para la transmutación de metales, la segunda a las soldaduras metálicas, la tercera a la preparación de diversos metales, sulfuros y otros elementos (vitriolo, alcohol, litargirio, escorias de oro y plata, bermellón, minio, oropimente, etc.), mientras que las series cuarta y quinta reúnen recetas de una gran disparidad⁵².

Mappae Clavicula”, *Archaeologia*, 32, 1847, pp. 183-244. Pero la más conocida y utilizada por los investigadores es la de SMITH, Cyril S. y HAWTHORNE, John G.: *Mappae Clavicula. A little Key to the World of Medieval Techniques*, Transactions of the American Philosophical Society, Filadelfia, 1974, que incluye el texto en latín y su traducción al inglés, así como un completo estudio introductorio. La versión en alemán, acompañada de un interesante estudio, fue realizada por ROSEN-RUNGE, Heinz: *Farbgebung und Technik frühmittelalterlicher Buchmalerei. Studien zu den Traktaten “Mappae Clavicula” und “Heraclius”*, Munich, 1967, 2 vols.

⁴⁹ BERTHELOT, M.: *La Chimie au moyen âge*, París, 1893, 3 vols. Reimpr. Amsterdam, 1967, vol. 1, p. 27. Otros estudios que insertan dichos textos en una misma tradición son los de FERGUSON, D.: “Some Early Treatises on Technological Chemistry”, *Proceedings of the Philosophical Society of Glasgow*, 19, 1888, pp. 126-159; 25, 1894, pp. 224-235; 43, 1911, pp. 232-258 y 44, 1912, pp. 149-189; y DARMSTAEDTER, E.: *Berg-, Probiere- und Kunstbüchlein*, Munich, 1926.

⁵⁰ BERTHELOT, M.: *La Chimie au moyen âge*, París, 1893, vol. 1, p. 180. Este mismo autor publicó el texto original en latín y su traducción en francés en el citado volumen, pp. 179-228. Existe también un estudio de este tratado, con la versión en alemán del texto, realizada por RUSKA, J.: “Studien zur den chemisch-technischen Rezepten des *Liber Sacerdotum*”, *Quellenschriften für Geschichte der Naturwelt*, 5, 1936, pp. 83-125 y 275-317.

⁵¹ BERTHELOT, M.: *La Chimie au moyen âge*, París, 1893, vol. 1, p. 210.

⁵² Todas ellas descritas por BERTHELOT, M.: *La Chimie au moyen âge*, París, 1893, vol. 1, pp. 181-186.

Algo más tardío que el *Liber* es el famoso tratado de Eraclius, *De coloribus et artibus Romanorum*, que debió ser compuesto en la primera mitad del siglo XII. Se conservan dos copias del manuscrito; la primera, descubierta por Raspe en la biblioteca del Trinity College de Cambridge, data de la segunda mitad del siglo XIII y se conserva en el British Museum (Egerton, manuscrito MSS 840-A); la segunda copia conocida se halla entre los manuscritos de Jean le Begue editados por Mary Merrifield, está escrita en papel y data del año 1431⁵³. El título del tratado está tomado de la primera frase del prólogo con el que se inicia la obra, *Incipit Liber Eraclii sapientissimi viri de coloribus et artibus Romanorum*, frase que parece no haber sido escrita por mano de Eraclius, sino por la de alguno de los copistas del manuscrito. Aunque nada se sabe de la biografía de Eraclius, y continúan siendo inciertos tanto su país de origen como la fecha de su trabajo, Merrifield ha defendido el origen italiano del autor por algunas citas contenidas a lo largo de la obra. El tratado consta de tres libros, los dos primeros contienen 14 y 7 recetas respectivamente y están redactados en verso, mientras que el tercero contiene 58 recetas y está escrito en prosa. La obra está dedicada de manera fundamental a la preparación de pigmentos de pintura y su correspondiente aplicación sobre diversas superficies, aunque esta información se completa con otras muchas recetas sobre el trabajo de piedras preciosas, vidrio y metal, incluyendo las soldaduras.

El siguiente tratado que vamos a comentar es, con toda seguridad, el más famoso y conocido de los consagrados a la descripción de procedimientos técnicos en época medieval, dado que se trata del *Diversarum Artium Schedula* de Teófilo, conocido por lo general por el solo nombre de su autor⁵⁴. Aunque el manuscrito original no se conoce, existen dos copias alemanas del siglo XII, la conservada en la Biblioteca Nacional de Viena con el n.º 2527 y la de Wolfenbüttel Herzogliche Bibliothek, manuscrito n.º 4373. Del siglo XIII son los conservados en el British Museum de Londres, Harley 3915 y Egerton 840, y en la University Library de Cambridge, ms. 1131. Del siglo XIV es el manuscrito de la Karl Marx Universitäts Bibliothek de Leipzig, n.º 1157; y del siglo XV el de la Biblioteca Nacional de París, Latin 6741 (contenido en la

⁵³ La edición más conocida y utilizada de este texto es la llevada a cabo por MERRIFIELD, Mary: *Original treatises dating from the Twelfth to the Eighteenth Centuries on the Arts of Painting*, Londres, 1849; Reimpr. New York, 1967, vol. 1, pp. 166-257, donde ofrece la versión original en latín y su traducción al inglés. Recientemente ha sido publicado en italiano por SCHIAVONI, Fulvia: *Un trattato medievale sulle tecniche artistiche: i colori e le arti dei romani*, Bollate, 1998, Il melograno. Otros estudios consagrados al tratado de Eraclius son los de RICHARDS, J. C.: "A New manuscript of Heraclius", *Speculum*, 15, 1940, pp. 255-271 y GIRY, A.: *Notice sur un traité du moyen-âge intitulé "De coloribus et artibus Romanorum"*, Bibliothèque de l'École des Hautes Études, vol. 35, París, 1978.

⁵⁴ En realidad, ésta es la única obra de literatura técnica medieval que ha sido objeto de múltiples ediciones en diversas lenguas y que cuenta con numerosos estudios. La edición más conocida es la llevada a cabo por HAWTHORNE, J. G. y SMITH, C. S.: *On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*, The University of Chicago Press, 1963 (Reimpr. New York, 1979), aunque existen dos versiones anteriores en inglés, la de HENDRIE, R.: *An Essay upon various Arts, in three books, by Theophilus, called also Rugerus, priest and monk*, Londres, 1847, y la de DODWELL, C. R.: *De Diversis Artibus. Theophilus, The Various Arts*, Londres, 1961. Las versiones más conocidas en francés son las de L'ESCALOPIER: *Théophile, prêtre et moine. Essai sur divers arts, publiée par...*, París, 1843, y la de BOURASSÉ, J. J.: "Essai sur divers arts, en trois livres, par Théophile, prêtre et moine", incluida en el volumen 12 de la *Nouvelle Encyclopédie Théologique*, París, 1851. También existen diversas versiones en alemán, como las de ILG, Albert: "Theophilus presbyter Schedula diversarum artium", en *Quellenschriften für Kunstgeschichte und Kunsttechnik des Mittelalters und der Renaissance*, vol. 7, Viena, 1874 (reputada como una mala traducción, llena de errores) y THEOBALD, Wilhelm: *Technik des Kunsthandwerks im zehnten Jahrhundert des Theophilus Presbyter Diversarum artium schedula*, Berlín, 1933. Algunos de los principales estudios dedicados al comentario de los manuscritos conservados de esta obra, la discusión sobre su autoría y cronología o diversos aspectos de su contenido, son los de DEGERING, H.: "Theophilus Presbyter qui est Rugerus", *Westfälische Studien*, Leipzig, 1928, pp. 248-262; JOHNSON, R. P.: "The Manuscripts of the Schedula of Theophilus Presbyter", *Speculum*, 13, 1938, pp. 86-103; WHITE, L.: "Theophilus redivivus", *Technology and Culture*, 5, 1964, pp. 224-233; THOMPSON, D. V.: "Theophilus Presbyter. Words and Meanings in Technical Translation", *Speculum*, 62, 1967, pp. 313-339; y ROOSEN-RUNGE, H.: "Die Tinte des Theophilus", *Festschrift Luitpold Dussler*, Munich, 1972, pp. 87-112.

recopilación de Jean le Begue). Desde el punto de vista cronológico, existe un cierto acuerdo entre los investigadores en que el texto debe haber sido escrito en el primer tercio del siglo XII en la región de Wesser, Baja Sajonia, basándose en materiales más antiguos; de hecho, las fechas de 1110-1140 han sido consideradas, desde que fueron propuestas por Dodwell, como los límites de su datación y tanto Lynn White en su trabajo publicado en *Technology and Culture*, como John van Engen, en un artículo de *Viator*, se muestran de acuerdo en concretar su redacción en los años 20 del siglo XII, hacia 1122-1123.

Su autor es desconocido y sólo es identificado en los manuscritos más antiguos como *Teophilus presbiter*. El manuscrito de Viena indica, en letra del siglo XVII, que Teófilo fue un monje benedictino; sobre esa base Albert Ilg, al editar el tratado en 1874, sugirió que Teófilo fue el metalúrgico alemán Rogerius von Helmarshausen, que vivió hacia el año 1100. Hermann Degering lo negó diciendo que los manuscritos más antiguos tenían que ser anteriores a Roger, que usaba palabras ya en desuso después del siglo XI, que tenía una base bizantina y que Teófilo no fue un práctico, sino un literato que escribió copiando textos más antiguos, por lo que concluía que debió ser un monje benedictino que trabajara en Colonia a mediados del siglo X. Pero más adelante Dodwell demostró que el texto no pudo componerse antes del siglo XII (entre los años 1110-1140) y volvió a insistir en que debió ser efectivamente Roger de Helmarshausen, quien escogería el nombre bizantino de Teófilo para encubrir su identidad. El título de la obra obedece a que el término *Diversarum artium schedula* se incluye al inicio del prólogo del texto, aunque algunos manuscritos llevan el título propio *De diversis artibus*, lo que explica que también este nombre se utilice con frecuencia. El tratado se compone de tres extensos libros escritos en latín, uno sobre pintura, otro sobre trabajo del vidrio y el tercero sobre trabajo del metal.

El manual de *Teófilo* se aparta de los textos antes comentados por ser más completo y estar escrito en gran parte en su propia época. Aunque contiene algunos textos copiados, que reproducen recetas en la línea de otros manuscritos medievales, todo el libro III sobre el trabajo del metal y buena parte de los dos primeros libros son, hasta donde sabemos, originales del propio Teófilo y, además, es un texto mucho más sistemático que los anteriores, que no se limita a ser una recopilación de recetas y procedimientos fragmentarios, sino un auténtico manual precedente de los que se desarrollarán en la Europa bajomedieval. La parte más conocida del tratado es la que versa sobre pintura, que contiene abundantes instrucciones sobre mezcla de pigmentos y su aplicación sobre diversas superficies, usando vehículos como el aceite de linaza, clara de huevo, yeso, resinas vegetales, etc., manufactura del minio, bermellón, albayalde, etc. Es igualmente conocido el libro segundo, que trata sobre el trabajo del vidrio en forma de vidrieras, mosaicos, vidriados, herramientas para manipulación del material, obtención de vidrio de diversos colores. Y, seguramente, los mayores detalles técnicos se alcanzan en el libro III sobre el trabajo de los metales, donde se habla de las instalaciones para llevar a cabo estos trabajos y de herramientas para tirar hilo, adelgazar planchas, pulir, describiendo muy diversos métodos de trabajo, grabado, pulido y esmaltado⁵⁵.

De la misma época, pero algo más tardío (ha sido datado en la segunda mitad del siglo XII o primeros años del XIII) es el manuscrito de Petrus de Sancto Audemaro (Pierre de Saint-Audemar) titulado *De Coloribus Faciendis*⁵⁶. El texto del manual se encuentra recogido en los escritos de Jean le Begue, a principios del siglo XV. Sin embargo, su datación es claramente

⁵⁵ HAWTHORNE, J. G. y SMITH, C. S.: *On Divers Arts. The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking and Metalwork*, The University of Chicago Press, 1963; Reimpr. New York, 1979, pp. XV-XXXII.

⁵⁶ Cuya edición bilingüe, con el texto original en latín y su traducción al inglés, fue realizada por MERRIFIELD, M. P. en su conocida obra *Original treatises dating from the Twelfth to the Eighteenth Centuries on the Arts of Painting*, Londres, 1849. Reimpr. New York, 1967, vol. 1, pp. 112-165.

anterior y ha sido fijada por Merrifield en torno a la frontera entre los siglos XII-XIII porque algunas de sus recetas aparecen incluidas en el *Mappae Clavicula* y en el Teófilo. El autor de este tratado parece haber sido nativo o residente en el norte de Francia, según revela el uso de determinadas palabras y referencias geográficas en el texto. Por lo demás, contiene las clásicas recetas para preparar colores, tinta y dorar, así como sobre el trabajo de ciertos metales.

A fines del siglo XIV encontramos otro manual que sigue las mismas directrices de los anteriores, la obra de Johannes Archerius, *De coloribus diversis modis tractatur*, compilada por su autor entre los años 1398 y 1410 y editada por Merrifield al hallarse entre los manuscritos de Jean le Begue⁵⁷. Escrito en latín, salvo un par de folios en francés, este manual está dedicado, fundamentalmente, a la pintura de miniaturas, de forma que proporciona numerosas recetas para preparación de pigmentos y tintas, y muchas otras sobre el trabajo de metales (del latón, por ejemplo), fabricación del pergamino, etc. La primera parte del tratado, titulada *Experimenta de coloribus*, ocupa las páginas 46-111 de la edición de Merrifield. La segunda parte, *De coloribus diversis modis tractatur*, ocupa las páginas 258-291, seguida por un añadido propio de Jean le Begue que se extiende hasta la página 321. Es un texto muy completo, en la línea de los Libros de Secretos que van a ir apareciendo a partir del siglo XV y que estarán dedicados de manera principal a las técnicas de pintura, y debe ser considerado en unión de los capítulos que el propio compilador de este texto, Jean le Begue –que también incluyó en su obra los textos de Pierre de Saint-Audemar y Eraclius–, añadió a la obra en 1431, colocados al final de la misma y redactados en francés.

Estos manuales de recetas y procedimientos de contenido relacionado fundamentalmente con la pintura continúan en el siglo XV con el famoso manuscrito de Bolonia titulado *Segreti per Colori*, datado en la primera mitad del siglo XV⁵⁸. Se trata de un pequeño volumen de páginas de papel conservado en la biblioteca de San Salvador de Bolonia, escrito en latín e italiano de Lombardía (norte de Italia). Es un tratado sistemático que trata, a lo largo de sus primeros cinco libros, acerca de la preparación de pigmentos y la aplicación de los colores, aunque en los libros siguientes aborda muchos otros temas entre los que podemos destacar por su originalidad y escasa presencia en este tipo de literatura, la elaboración de barnices para el vidriado de la cerámica (pp. 536-545 de la edición de Merrifield), el teñido de los cueros y sus métodos de curtido (pp. 542-580) o los procedimientos para el teñido de las sedas (pp. 580-590). El texto, compilado por un autor anónimo, es una ordenación por temas de recetas tomadas seguramente de muy diversas fuentes y procedencias, que fueron sistematizadas por capítulos; al final de cada capítulo suelen aparecer algunas recetas escritas en letra diferente, que probablemente fueron añadidas tras la muerte del primer compilador y medio siglo más tarde. Es un tratado muy extenso y completo que se sitúa, un poco como el manual de Teófilo, a medio camino entre las colecciones de recetas características de la época medieval y los manuales de temas específicos que comienzan a aparecer en la Baja Edad Media, entre los que hay algunos dedicados en particular a la pintura.

Todos los que acabamos de citar constituyen una mínima parte de los numerosos manuscritos medievales de recetas que se conservan en las bibliotecas europeas, de los que sólo una parte ha sido publicada y estudiada. Son especialmente numerosos los recetarios de este tipo que se conservan para la Italia bajomedieval, tanto por el desarrollo de la cultura literaria en las ciudades italianas del Renacimiento, como por la proliferación de artistas, en especial de

⁵⁷ MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises dating from the Twelfth to the Eighteenth Centuries on the Arts of Painting*, Londres, 1849. Reimpr. New York, 1967, vol. 1, pp. 46-111 y 258-291.

⁵⁸ MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises dating from the Twelfth to the Eighteenth Centuries on the Arts of Painting*, Londres, 1849. Reimpr. New York, 1967, vol. 2, pp. 340-600; precedido del estudio introductorio en pp. 327-339. Una edición más reciente, *Il Libro dei Colori: segreti del secolo 15*, Bologna, 1969.

pintores y orfebres, que se dio en aquellas ciudades. En este país resultan especialmente bien conocidos los manuscritos conservados en el Fondo Palatino de la Biblioteca Nacional Central de Florencia, estudiados y parcialmente editados en los últimos años. Y, por supuesto, estos textos misceláneos continuaron apareciendo, de manera ya impresa, durante el siglo XVI en forma de “libros de secretos” y recetas diversas, como el muy conocido de Alejo Piedemonte⁵⁹.

Pero, como hemos indicado, a fines de la Edad Media los tratados técnicos se van definiendo y concretando. Comienzan a superarse los tradicionales libros de recetas, que mezclaban informaciones sobre temas muy diversos, y aunque éstos no se extinguen van siendo completados con obras que abordan las técnicas de trabajo en un campo específico. Entre estos manuales, destacan los dedicados a las artes decorativas (pintura en particular, pero también orfebrería, esmalte, miniaturas), al sector textil (donde es especialmente relevante la información sobre los procesos de teñido de telas y cueros) y a las actividades metalúrgicas.

Entre ellos destacan en particular los dedicados a las técnicas de pintura, en su mayor parte datados en la Italia del Quattrocento. El manuscrito conocido como *De Arte Illuminandi*, también llamado manuscrito de Nápoles por conservarse en la Biblioteca de dicha ciudad, fue publicado en italiano por Salazaro, a fines del siglo XIX, y en francés por Louis Dimier, en 1927, aunque quizá la edición la más conocida y usada sea la de Franco Brunello. Obra de un autor italiano y datado en el siglo XIV, el tratado se compone de 32 capítulos, los primeros de los cuales están consagrados a la obtención y producción de un color en particular –es decir, a cómo hacer el color negro, blanco, rojo, amarillo, púrpura, azul, verde, rosa, brasil–, y a partir del capítulo 11 se añaden otros temas, como la aplicación de pan de oro, la preparación del agua y las colas necesarias para pintar, las materias aglutinantes como goma arábiga, agua de miel o azúcar, el procedimiento de moler los colores, cómo emplear las ceras, pinceles y barnices, etc.⁶⁰. Otros tratados muy conocidos y relacionados con las técnicas de pintura son los completos manuales de León Batista Alberti, *De Pictura*, fechado en 1435, y de Cennino Cennini, *Il Libro dell'Arte*, conservado en la Biblioteca Laurenziana, Fondo Ashbuhnrham, códice 1437, del que existen numerosas versiones publicadas, incluso en castellano⁶¹. Fuera de Italia es importante el denominado manuscrito de Estrasburgo, que es el más antiguo manual sobre técnicas de pintura que se conoce en Alemania y que data posiblemente del siglo XV. Fue destruido en un incendio de la Biblioteca de la ciudad en 1875, pero ha podido ser estudiado gracias a una copia que del mismo se conserva en la National Gallery de Londres. El manuscrito aparece dividido en varias partes o capítulos, la primera dedicada a preparar y moler los pigmentos y mezclar las tintas usadas en iluminación; la segunda a las técnicas para iluminar y dorar los pergaminos, incluyendo colores, tintas y gomas. Y la tercera parte es la

⁵⁹ POMARO, Gabriella: *I ricettari del fondo Palatino della Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze*, Milán, 1991, Editrice Bibliografica-Giunta Regionale Toscana. Sobre los libros de secretos del siglo XVI, ver EAMON, W.: *La scienza e i segreti della natura*, Génova, 1999; FERGUSON, J.: *Bibliographical notes on histories of inventions and books of secrets*, Londres, 1959.

⁶⁰ SALAZARO, A.: *L'arte della miniatura nel secolo XIV*, Nápoles, 1877; DIMIER, Louis: *L'art d'enluminure: traité du XVe siècle traduit du latin avec des notes tirées d'autres ouvrages anciens*, París, 1927; BRUNELLO, Franco: *De arte illuminandi*, Vicenza, 1975; THOMPSON, D. V. y HAMILTON, G. H.: *An anonymous fourteenth century treatise "de arte illuminandi", the technique of the manuscript illumination, translated from the latin of Naples ms. XII E. 27*, New Haven-Londres, 1933.

⁶¹ ALBERTI, Leon Battista [1404-1472]: *De pictura*, 1435; versión en inglés de SPENCER, John R.: *On painting*, New Haven, Connecticut, Yale University Press, 1956; versión en español, *Sobre la pintura*, Valencia, Fernando Torres Ed., 1976. CENNINI, Cennino [c.1370-c.1440]: *Il libro dell'arte o trattato della pittura*, 1437; MILANESI, C. y MILANESI, G.: *Trattato della pittura di Cennino Cennini*, Firenze, Le Monnier, 1859 y numerosas ediciones en italiano, la más conocida la de BRUNELLO, Franco: *Il libro dell'arte*, Vicenza, 1971. Versión en inglés de THOMPSON, Daniel Varney: *The craftsman's handbook*, New York, Dover, 1954. Y en español, PÉREZ-DOLZ, F.: *Tratado de la pintura [El libro del arte]*, Barcelona, 1950, y *El libro del arte*, Madrid, Akal, 1988.

más larga y quizá la de mayor importancia puesto que incluye informaciones prácticas sobre la preparación de los diferentes colores y su aplicación, mordientes, barnices para aplicar oro y plata y otras variadas sustancias variadas⁶².

Por lo que respecta a los textos dedicados al trabajo textil, ya hemos indicado que ofrecen una información preponderante en el terreno de los procedimientos de tintura. La mayor parte de los que conocemos fueron redactados en la Italia de los siglos XIV y XV, donde el trabajo de los paños y sedas cobró un auge muy destacado. Así, el anónimo *Trattato dell'Arte della lana*, conservado en la Biblioteca Riccardiana de Florencia, códice 2580, comprende entre los folios 122-182 un nutrido grupo de figuras e instrucciones destinadas al empresario lanero para que conozca todo lo referente a la lana, desde su llegada, todavía sucia, a Florencia hasta el paño acabado. En este texto la tintura ocupa una parte muy notable y ofrece recetas y procedimientos más completos, así como más ilustraciones, que el tratado del arte de la seda editado por Gargioli. De la misma época es el *Trattato dell'Arte della Seta*, manuscrito florentino de 1458 conservado en la Biblioteca Laurenziana (Pluteus 89, sup. 117), que incluye varios capítulos relativos a la tintura de sedas (47 páginas sobre un total de 122, 32 capítulos de 79). Así como el manuscrito 4.4.1 de la Biblioteca Cívica de Como, un texto completo que podemos considerar como el primer “manual de tintorería”, que consta de 37 folios escritos en letra cursiva véneta del siglo XV y debe tratarse de una copia hecha en Venecia entre los años 1470 y 1490⁶³.

Aunque las referencias al trabajo de los metales son abundantes en muchos libros de recetas anteriores al siglo XIV, lo mismo que en numerosos libros de secretos de los siglos XV y XVI, también a fines de la Edad Media comenzaron a aparecer obras independientes especializadas en esta materia. Escrito en 1340, el famoso manual de mercadería de Francesco Balducci Pegolotti incluye un amplio capítulo dedicado al ensayo del oro y de la plata que, si bien se encuentra en el interior de un manual de mercaderes, constituye un texto independiente de naturaleza técnica que ofrece un gran detalle descriptivo, sobre todo en lo tocante al ensayo del oro y que se recoge bajo los encabezamientos “Ricetta d'affinare oro” y “Ricetta da fare coppelle da sagiare ariente”⁶⁴. De 1493 o, en todo caso, de finales del siglo XV es el Tratado de afinar y separar oro que se conserva en el Fondo Palatino de la Biblioteca Nacional Central de Florencia (de hecho existen tres copias, en los manuscritos Pal. 814, Pal. 923 y Pal. 929), amplio tratado de más de 60 folios consagrado al ensayo del oro y de la plata y a las técnicas de separación de ambos metales. La literatura técnica dedicada al trabajo de los metales preciosos se completó, a principios del siglo XVI, con la publicación del *Bergbüchlein*, cuya primera edición salió en torno al año 1500⁶⁵. Se trata del primer libro impreso sobre actividades metalúrgicas, aunque la mayor parte de las informaciones que recoge –como la de numerosos incunables– ya había circulado bajo la forma de manuscritos en los siglos anteriores. Está redactado para ser usado en la práctica metalúrgica, pues se trata de un manual, una compilación de procedimientos prácticos y recetas recogidos de diversos manuscritos utilizados por los artesanos del sector. Un gran número de ediciones siguieron a la primera de este manual, lo que demuestra su utilidad en la práctica y su amplio grado de difusión.

Lo poco que vamos conociendo sobre la existencia de manuales de técnicas artísticas e industriales en la España bajomedieval se aproxima mucho a la situación general que acabamos de describir para la Europa occidental, puesto que también en la Península, y escritos en latín, castellano o catalán, se conservan tanto recetarios (es decir, textos misceláneos integrados por

⁶² BORRADAILE, V. & R.: *The Strasburg Manuscript. A medieval painters' handbook*, Londres, 1966.

⁶³ GARGIOLI, G.: *L'arte della seta in Firenze*, Florencia, 1868; REBORA, Giovanni: *Un manuale di tintoria del Quattrocento*, Milán, 1970.

⁶⁴ EVANS, A.: *La pratica della mercatura*, Cambridge, Mass., 1936, pp. 331-342.

⁶⁵ SISCO, A. G. y SMITH, C. S.: *Bergwerk- und Probierebüchlein*, New York, 1949.

numerosas y diversas recetas cortas) como manuales especializados consagrados a un solo trabajo, que es comentado con mayor amplitud. Entre los recetarios de origen hispano destaca, en primer lugar, el conocido por el nombre de Códice de Madrid. Datado en el siglo XII por su editor, probablemente escrito en Cataluña en torno al año 1130, se trata de un manual anónimo conocido por ese nombre –*Codex Matritensis* o *Códice de Madrid*– por conservarse en la Biblioteca Nacional⁶⁶. El manuscrito está compuesto por 203 hojas de pergamino de temática miscelánea (astronomía, cronología, geografía), entre las que se incluyen 90 recetas referidas a temas artesanales, como el dorado de diversas superficies (incluida la aplicación de letras de oro en códices miniados), la preparación de pigmentos y colorantes, tintas, barnices y gomas. Estas recetas, que ocupan los folios 199-203 del manuscrito y que tienen un carácter tanto teórico como práctico, son las publicadas por Burnam a principios del siglo XX. En la misma línea se inserta un texto misceláneo, compuesto sobre todo por escritos de tipo médico, y conservado en la Facultad de Medicina de la Universidad de Montpellier con el n.º H490. Pierre Pansier lo menciona en su catálogo de manuscritos médicos de la Francia medieval, aunque sin incidir en su contenido técnico. Las recetas de labores artesanales que incluye, algunas de las cuales van redactadas en latín y otras en castellano, se centran en el teñido de las pieles, la preparación de colores y de materiales para el trabajo del metal (por ejemplo, del cimiento para el ensayo del oro) y en la realización de algunas operaciones de carácter metalúrgico⁶⁷. Por lo que se refiere a esos otros manuales más completos, centrados en actividades textiles y metalúrgicas, el único texto hasta ahora conocido en el campo de las actividades textiles es un manual catalán de tintorería, atribuido a Joanot Valero y escrito en 1497, cuya copia se conserva en la Biblioteca Nacional de Cataluña. Señalado por Lluís Cifuentes en su obra sobre la ciencia en catalán en la Edad Media⁶⁸, se trata de un completísimo texto de recetas para el teñido de paños y sedas, así como para la composición de las tintas que intervienen en los procesos de tintura, y que lo asemeja al manual de tintorería italiano del siglo XV publicado por Rebora.

Sin embargo, datado en el siglo XIV y escrito en castellano, conocemos un texto centrado en una actividad metalúrgica de enorme importancia como era el ensayo de la moneda. Este texto se halla inserto en el manuscrito n.º 46 de la Colegiata de San Isidoro de León, manuscrito integrado fundamentalmente por el manual de aritmética que antes hemos comentado, y en una pequeña parte por este tratado de ensayo que es, pese a su brevedad, una auténtica joya de la literatura técnica medieval. Con el título de *Libro que enseña ensayar cualquier moneda*, está consagrado a la descripción del método de ensayo usado en las casas de moneda bajomedievales para la determinación de la ley de la moneda de plata y va completado mediante la adición de algunos capítulos dedicados a explicar la función de los principales oficiales de las cecas para la realización de su trabajo, maestros de moneda, ensayadores y guardas⁶⁹. El texto constituye una guía para mercaderes, sobre el valor de las monedas y su comprobación, y dota

⁶⁶ Editado, con el texto del original en latín, por BURNAM, J. M.: *Recipes from Codex Matritensis A. 16*, University of Cincinnati Studies, second series, vol. 8. University Press, Cincinnati, 1913.

⁶⁷ PANSIER, P.: "Catalogue des manuscrits médicaux de France. III^{me} partie: Manuscrits Français", *Archiv für Geschichte der Medizin*, 2, 1908-1909, pp. 385-402. El texto, conocido a través del investigador Lluís Cifuentes, ha sido editado parcialmente (en los capítulos referentes al trabajo de la piel) por CÓRDOBA, R.: "Cuatro textos de literatura técnica medieval sobre el trabajo del cuero", *Meridies. Revista de Historia Medieval*, 5-6, 2002, pp. 171-204. Las recetas de carácter industrial han sido objeto de un estudio de conjunto, CÓRDOBA, R.: "Un recetario castellano del siglo XV: el ms. H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier", *En la España Medieval* (en prensa).

⁶⁸ CIFUENTES, Lluís: *La ciencia en català a l'Edat Mitjana i el Renaixement*, Barcelona-Palma de Mallorca, Universidad de Barcelona-Universidad de las Islas Baleares, Col·lecció Blaquerna 3, 2002, p. 316. El texto completo se halla actualmente en fase de transcripción y estudio por parte de Lluís Cifuentes y Ricardo Córdoba.

⁶⁹ El texto íntegro del manual de ensayo y su estudio técnico se incluyen en CAUNEDO DEL POTRO, B. y CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *El libro del algarismo...*

a los fabricantes de moneda de una serie de elementos operativos claves para el desarrollo de su labor, en una doble vertiente; por una parte, les proporciona los conocimientos matemáticos necesarios para dominar el sistema de pesas y medidas entonces usado para medir la ley y el peso del metal precioso, dominio imprescindible para realizar correctamente las aleaciones de metal ajustando el valor o ley de la plata y para preparar los ponderales o pesas con que se controlaba su talla; por otra, les detalla los conocimientos técnicos que permiten determinar la ley de los metales preciosos, es decir, saber cuál era la composición química (en términos de proporción plata-cobre u otros metales) de cada moneda mediante la técnica del ensayo. Prácticamente todos los folios del manuscrito incluidos entre el 112r y el 141v constituyen un capítulo específico relacionado con la fabricación, aleación y ensayo de la moneda, capítulo que no aparece desvinculado del resto de la obra pero que, en un análisis individualizado, podríamos titular “matemáticas para monederos” o fabricantes de moneda. El libro ofrece una información excepcional sobre el tema que nos ocupa cuyo valor debe ser destacado desde un doble punto de vista: el relativo al contenido, de gran riqueza y detalle, desconocidas hasta la fecha en Castilla, y el que le viene dado por su temprana cronología.

La parte del manual dedicada a los temas relacionados con la moneda está integrada por tres partes distintas, que nos proporcionan informaciones sobre aspectos diversos pero complementarios del trabajo en las cecas, y cuya estructura se puede diferenciar nítidamente. La parte más próxima al contenido general del libro de aritmética son los problemas relacionados con la aleación de moneda. Esta sección ofrece detalladas instrucciones relacionadas con la aleación de la moneda que aparecen bajo la forma de problemas, cuya solución va enseñando a quienes deben efectuar dichas aleaciones en las cecas cómo realizar su trabajo; ocupan los folios 112r-118v, 119v-120v y 137v-141v y van dirigidas fundamentalmente a los maestros de moneda o maestros de balanza. Son problemas muy similares a los dedicados a las aleaciones en otros manuales europeos de la época dedicados a mostrar el procedimiento mediante el que se consigue la elevación o disminución de la ley de los lingotes, la combinación de platas de distintas leyes para obtener una ley deseada o a la determinación de la ley a la que vendrán aleadas diversas cantidades de plata de diferente ley cuando se funden juntas⁷⁰.

La segunda parte es, quizá, la de mayor relieve desde el punto de vista de la técnica de trabajo usada en la fabricación de la moneda. En ella se aportan minuciosas instrucciones dirigidas a enseñar cómo se debe efectuar el ensayo que permite determinar la ley de las monedas o de otros objetos de metal precioso. Estas instrucciones sobre el ensayo de la plata se desarrollan de forma independiente, en forma de un pequeño libro o manual que, bajo el título de *Libro que enseña ensayar cualquier moneda*, ocupa desde el folio 122r al 133v. Se trata de un pequeño manual de carácter técnico donde se detalla el desarrollo del ensayo de la plata, pues no contiene referencias sobre el ensayo del oro. El libro comienza proporcionando una breve explicación del sistema de medidas empleado para designar la ley de la plata y que enseña a los oficiales de las cecas un sistema de medidas cuyo dominio era inexcusable tanto para los maestros de moneda como para los ensayadores (el marco, la onza y sus correspondientes subdivisiones en dineros, meajas, pujesas y granos), descripción que se realiza en tres folios (118v, 119r y 121r). A continuación se centra en la descripción del método utilizado para ensayar la moneda de plata; esta descripción del ensayo de la plata se articula en dos grandes secciones. En la primera se describen los materiales necesarios para la realización del ensayo, ofreciendo cuantos detalles prácticos se entiende que son necesarios para su preparación a través de cuatro temas centrales: 1) La recogida de la muestra de plata

⁷⁰ Problemas de aleación similares a los que aparecen en otros manuales de la época. Por ejemplo, TEJEDA, Gaspar de: *Suma de Aritmética Práctica*, Valladolid, 1546, fol. 44v; ARFE, Juan de: *Quilatador de oro, plata y piedras*, Valladolid, 1572, p. 22; etcétera.

para ensayar, que se inicia con la frase *sy vn ome quisiere ensayar vna moneda* y se desarrolla en el folio 121v. 2) La elaboración de la copela (que recibe el nombre, de uso común hasta el siglo xvi, de cendrada), que se inicia con la frase *sy quisieres bien ensayar faz buena çendrada*, apartado que ocupa los folios 122r-125r; primero se explica la preparación de las materias que la componen (ceniza de huesos calcinados, cenizas vegetales y fundente) y a continuación la manera de darle forma en el molde. 3) La preparación del plomo que se añadirá al ensayo, señalando las características que debe reunir. Se inicia con la frase *sy quisieres ensayar bien, ensaya primero el plomo* y ocupa desde el folio 125v al 126v. 4) Por último, la preparación del hornillo de barro y de la mufla donde se llevará a cabo la operación, especificada en los folios 126v y 127r e iniciada con la frase y *sy quisieres bien ensayar deues aver vn fornillo*. En su segunda parte, que ocupa desde el folio 127r al 131v, el manual ofrece diversos detalles sobre el proceso de desarrollo del ensayo, desde cómo mantener la temperatura adecuada en el interior del hornillo, hasta los momentos y las formas en que deben ser ejecutadas las diversas operaciones para que el ensayo resulte un éxito.

Un aspecto de gran interés es el relativo a la labor que maestros de moneda, ensayadores y guardas debían llevar a cabo en la ceca, tema que se aborda entre los folios 132r-138r y que cierra el pequeño manual dedicado al ensayo de la moneda, enlazando a continuación con nuevos problemas de aleaciones. La inclusión de los cometidos de estos tres oficios en un manual de aritmética tiene pleno sentido, desde el momento en que entre las actividades que realizan está la necesidad común de utilizar cálculos matemáticos para conocer y operar con la ley y la talla (peso) de la moneda. En virtud de ello, sólo están recogidos los oficiales que ocupaban los que podemos designar como “puestos de responsabilidad” de las cecas, es decir, aquellos ocupados por quienes debían dirigir y establecer los controles de la labor llevada a cabo por el resto de trabajadores, que asumían más bien una función mecánica y artesanal. Se compone de tres apartados claramente diferenciados; el primero está dedicado a comentar la función de los ensayadores en las casas de moneda (folios 132r-133v), donde se regula el número de ensayos a realizar, momento de efectuarlos, modo de proceder ante la detección de posibles fraudes y temas salariales; el segundo se consagra a la descripción de las funciones de los maestros de moneda y ocupa los folios 134r-136r, comentando sus obligaciones de alear la moneda, preparar los dinerales o pesas con las que se comprueba la talla de las monedas y vigilar su libranza; finalmente, este apartado se cierra con un breve comentario dedicado a las funciones de los guardas y a su vigilancia sobre los dinerales y los instrumentos de acuñación (136r-137r).

Como norma general, cabe afirmar que las disposiciones contenidas en este apartado del manuscrito coinciden, casi punto por punto, con las que aparecen en los ordenamientos castellanos del siglo xiv, es decir, en las fuentes de carácter legislativo. Esta inclusión de textos legislativos en manuales didácticos de época bajomedieval era relativamente habitual; por ejemplo, Evans ha probado que muchos párrafos del manual de mercadería de Pegolotti reproducen documentos oficiales de fácil acceso, como tarifas de aduana, ordenanzas monetarias, privilegios reales y otras disposiciones comerciales⁷¹. Y personalmente tengo la impresión de que los contenidos relativos a funciones de ensayadores y maestros del manuscrito castellano fueron tomados de algún ordenamiento legal o, por lo menos, se inspiraron en las ordenanzas de la época. Su parecido es extraordinario, aunque tal vez obedezca a que dichos textos (el contenido en este manual y ordenamientos como el de Fernando IV de 1297 o el de Alfonso XI de 1334) pudieron beber en los mismos modelos; aunque, como buen manual, el manuscrito 46 va un paso por delante de dichos textos legales al no limitarse a indicar los

⁷¹ GUAL, M.: *El primer manual hispánico de mercadería (siglo xiv)*, Barcelona, 1981, p. 11.

deberes y competencias de estos oficiales, e incluir instrucciones sobre cómo llevarlos a cabo. Pese a ello parece claro que la parte dedicada a explicar las operaciones técnicas para el ensayo de la plata por copelación no pudo haber sido escrita más que por un ensayador, ya fuera mediante redacción personal de un ensayador castellano, ya mediante la traducción al castellano de un texto extranjero. Si un manual como el de Arfe y Villafañe fue escrito por un práctico, este texto del siglo XIV, que tiene mayor detalle y precisión que aquel –en el caso concreto del ensayo de la plata–, también tuvo que haberlo sido. Además, el período que transcurre entre los años 1275 y 1325, entre los cuales se puede situar su redacción, fue sin duda una época de extensión de la industria de la amonedación en Castilla y de multiplicación de cecas, pues entonces se pusieron en funcionamiento diversas instalaciones en ciudades de la España meridional conquistadas poco tiempo atrás, como Murcia o Sevilla, donde surgirían nuevas necesidades relacionadas con los conocimientos necesarios para la producción de moneda.

Los escasos ejemplos conocidos (dos recetarios misceláneos, semejantes a los que existen por toda Europa desde época altomedieval –el Códice de Madrid y el ms. H490 de la Facultad de Medicina de Montpellier– y dos textos más completos de los siglos XIV y XV –el manual de tintorería catalán y el libro de ensayo castellano–) bastan para afirmar que los medios escritos empleados para la difusión y la transmisión de la técnica artesanal en la Península fueron similares a los utilizados en el resto del mundo europeo durante la Edad Media. Otra cuestión distinta es la valoración que hagamos de dichos medios, del papel real que habrían jugado en la innovación y difusión de las técnicas, en la transmisión de los conocimientos y en la práctica laboral diaria de los oficios. Cyril Smith se planteaba hace años, en el estudio introductorio que redactó para la edición en inglés del *Mappa Clavicula* (ver nota 48), si los textos de naturaleza técnica de la Edad Media reflejaban de manera real el desarrollo técnico de su tiempo, es decir, el estado de la tecnología coetánea, o si por el contrario eran el resultado de la compilación y copia de modelos antiguos, que se continuaban copiando y transmitiendo aunque no se aplicasen ya en la práctica laboral. Este debate no sólo es debido al hecho de que, en efecto, la forma de trabajar de los copistas de la Edad Media favorecía el mantenimiento de viejas recetas, sino a que muchos de estos copistas no eran prácticos expertos en las materias tratadas, y por lo tanto eran incapaces de distinguir, cuando estaban copiando una receta, si ésta respondía a la realidad laboral y si se continuaba haciendo de la misma forma en su época.

La distinción entre copistas que se limitaban a copiar otros escritos, sin conocer las técnicas que describían, y artesanos que conocían la práctica del oficio, lleva a Cyril Smith a concluir que la literatura técnica medieval, o al menos parte de ella –en especial los libros de recetas altomedievales–, no responde al estado de las técnicas en la época en que los textos fueron copiados y se limita a reproducir ciertos estereotipos; puesto que, si bien muchas prácticas permanecen inalteradas durante generaciones, cuando los artesanos de un oficio describieron tales procesos incluyeron procedimientos distintos de los recogidos en textos transmitidos exclusivamente por vía literaria que más bien se refieren a labores de época clásica. Personalmente, me resulta cuando menos dudoso el carácter exclusivamente “teórico” de esta literatura; es verdad que existen en estos manuales numerosas recetas de difícil aplicación práctica, pero no es menos cierto que otras muchas responden a las técnicas utilizadas en la época y son las mismas que continúa apareciendo en tratados más completos de los siglos XV, XVI o XVII. Quizá se pueda apreciar esa separación entre textos literarios y práctica laboral en los manuales de la Alta Edad Media, pero desde luego no se aprecia en los de época bajomedieval, que mantienen entre sí y con dichos textos un carácter muy común.

De hecho, existen dos elementos que más bien nos permiten afirmar la validez técnica de las indicaciones recogidas en los recetarios y manuales de carácter técnico. El primero es

la coincidencia que existe entre las técnicas y operaciones que esos manuales describen y las que aparecen reflejadas en los textos legislativos de la época. Así ocurre, por ejemplo, con las ordenanzas donde se especifican sistemas para el curtido o el teñido de las pieles; por ejemplo, cuando comparamos las recetas que se mencionan en el manuscrito H490 de Montpellier, en el manuscrito de Bolonia (ambos del siglo xv) o en el Plictho de Giovanventura Rosetti (un conocido manual de tintorería del siglo xvi) para curtir al alumbre los cueros destinados a la fabricación de guantes con las que recogen, de forma mucho más superficial, las ordenanzas de Sevilla o de Toledo (que son rigurosamente coetáneas de dichos textos), hallamos que los productos empleados en el curtido y los procesos descritos son plenamente coincidentes⁷². Ocurre igualmente con las especificaciones para el ensayo de la moneda que se contienen en ordenamientos de acuñación de moneda castellanos de la Baja Edad Media (Lorca 1297, Murcia 1337) o en los libros-registro de las cecas de la Corona de Aragón del siglo xiv cuando las ponemos en relación con las disposiciones especificadas en el manual de ensayadores castellano del siglo xiv o en los tratados metalúrgicos del siglo xvi (el Quilatador de Juan de Arfe, el manual de ensayadores de Diego Fernández del Castillo); ambos tipos de fuente coinciden cuando se refieren a la forma de hacer los ensayos de monedas de plata (copelación), al uso de un plomo con escaso contenido en plata, a la realización de ensayos del oro mediante el sistema de puntas o toques o mediante la técnicas del cimiento o del aguafuerte y en otros muchos aspectos⁷³.

El segundo elemento al que antes nos referíamos es la propia coincidencia que la preparación de los materiales y la realización de las operaciones técnicas descritas presenta en los distintos manuales. Si tomamos como ejemplo un caso que nos resulta bien conocido, como es el del ensayo de la plata, podemos comprobar cómo la descripción del proceso y de sus condicionantes técnicos que nos presenta el manual castellano del siglo xiv coincide, en sus rasgos básicos, con lo especificado en el manual de mercaderes de Pegolotti (de la misma fecha), en el tratado de afinar y separar el oro italiano del siglo xv (ms. 814 del Fondo Palatino) o en los conocidos manuales de ensayo del siglo xvi (Probierebüchlein, Lazarus Ercker, Juan de Arfe, Fernández del Castillo)⁷⁴. En este sentido, la coincidencia entre todos los autores (de algunos de los cuales nos consta que fueron expertos ensayadores) permite ya imaginar que no se trata de un error que repitan uno tras otro, copiando sin saber lo que se está exponiendo, sino que responde a la realidad de los procesos técnicos detallados. Y esta impresión se confirma si comparamos las indicaciones contenidas en estos manuscritos de los siglos xiv al xvi con las expuestas en manuales sobre el trabajo de los metales preciosos que se publicaron en el siglo xix e incluso en el xx, donde se vuelven a repetir las mismas ideas y procesos respecto a la técnica del ensayo de la plata por copelación que hallamos expuestas en los textos medievales⁷⁵. Todo lo cual refuerza el valor de esa literatura como fuente para el conocimiento de las prácticas industriales de la época.

⁷² CÓRDOBA, R.: "Textes techniques médiévaux sur le tannage et la teinture du cuir", *Le Travail du Cuir de la Préhistoire à nos jours*, Antibes, 2002, pp. 351-363.

⁷³ CÓRDOBA, R.: "Cálculo, técnica y moneda", *El libro del algarismo...*, p. 11.

⁷⁴ ARFE Y VILLAFANE, J.: *Quilatador de la plata, oro y piedras*, Madrid, 1678, pp. 19-31, 262-280; SISCO, A. y SMITH, C. (eds.): *Bergwerk und Probierebüchlein*, Yale University Press, New York, 1949, pp. 93-105; FERNÁNDEZ DEL CASTILLO, J.: *Tratado de ensayadores*, Madrid, 1623, pp. 28-36; SISCO, A. y SMITH, C. (eds.): *Lazarus Ercker's Treatise on Ores and Assaying*, Chicago, 1951, pp. 19-31, 50-53 et 59-62; PEGOLOTTI, F. B.: *La pratica della mercatura* (edit. A. Evans), Cambridge Mass., 1936, pp. 339-342.

⁷⁵ Manuales británicos de ALLDRIDGE, W.: *The goldsmith's repository*, Londres, 1789; MITCHELL: *Manual of practical assaying*, Londres, 1846; KARL, BRANNT & GARRISON: *The Assayers manual*, Londres, 1889; BROWN & GRIFFITH: *Manual of assaying*, Londres, 1890; BERINGER, C.: *Textbook of assaying*, Londres, 1897. En Estados Unidos los de FURMAN, A.: *The practical assaying*, New York, 1893, y BUGBEE, E.: *A textbook of fire assaying*, New York, 1922. En Francia, PREAUMONT, Frank de: *Manuel pratique d'essai par la voie sèche à l'usage des essayeurs*,

Por otra parte, en no pocos manuales los autores que los redactaron no se limitan a describir recetas o exponer procedimientos de trabajo, sino que comentan las recetas o las indicaciones de otros libros o autores. En el ms. 814 del Fondo Palatino de la Biblioteca Nacional Central de Florencia, un tratado sobre el trabajo de los metales preciosos del siglo xv, el cap. XX del manual que lleva por título *certe ricordanze d'allegare che disse domenico* (fols. 51v-52r) está dedicado a comentar algunas observaciones sobre la aleación de la moneda expuestas en algún otro manual o por otro autor llamado Domenico, sobre las que el autor de dicho tratado comenta qué cree que responde a la verdad y cuáles pueden ser las causas que explican dichas observaciones. Lo mismo harán otros manuales del siglo xvi, como el de Juan de Arfe, cuando indica técnicas y procedimientos antiguos de ensayo que él considera ya superados o comenta el contenido de las leyes castellanas relativas al ensayo en las casas de moneda. Esto demuestra que quienes escribieron esos textos eran ensayadores o, en todo caso, orifices o plateros, expertos en su oficio, que sabían de qué estaban hablando, que a veces hacen alusión a pruebas que ellos mismos han hecho y experimentado y a veces a lo que otros indican, siempre basándose en el campo de la experimentación práctica, muy próximo al método experimental en que se basa la ciencia moderna.

Normalmente se considera que los artesanos de la época forman una población mayoritariamente iletrada y analfabeta, que consigue su capacitación técnica mediante repetición de prácticas empíricas y transmisión oral de los conocimientos aprendidos. Sin embargo, hay muchos oficios donde dicha transmisión hubiera resultado muy difícil de haberse realizado por vía exclusivamente oral. Los procedimientos para el teñido de paños y sedas o para el curtido del cuero o para el ensayo de la plata son de una complejidad extraordinaria y en ellos hay que atender multitud de factores que no siempre resultarían fáciles de controlar sin una información escrita por delante. ¿Cómo podían transmitirse sólo oralmente recetas detalladas y complicadas para hacer tintas o pigmentos de pintura, como las que aparecen reflejadas en los textos de Teófilo, Cennini, el manuscrito de Bolonia y tantos otros recetarios medievales? ¿Y las indicaciones sobre procesos metalúrgicos, curtido de los cueros o tinte de paños, actividad ésta donde se debían proporcionar las tintas, añadir cantidades fijadas por volumen de agua, mantener el control constante de las temperaturas y un largo etcétera de tareas de elevada exigencia técnica? En muchos campos hay que pensar que esa información escrita existió, en forma de los tratados de técnica que hemos enumerado, y probablemente fue usada en la práctica por los artesanos como una forma de enseñar el oficio o de divulgar nuevas técnicas y procesos.

De hecho, el propio estilo en que están escritos estos manuales nos pone sobre la pista de su utilidad práctica; el autor habla siempre en primera persona, indica cómo efectuar las principales operaciones, proporciona la aclaración de recetas consideradas como particularmente difíciles, o denuncia procesos falsos defendiendo el más apropiado para cada labor. En comparación con las ordenanzas de las corporaciones de oficios, y con la restante documentación de carácter legal de época medieval que también recoge referencias técnicas, los manuales y tratados no se limitan únicamente a autorizar o prohibir ciertas operaciones o a indicar los pasos a seguir en otras, sino que recomiendan, aconsejan, ofrecen alternativas y explican de forma didáctica cómo hacer las cosas. Por ejemplo, el manuscrito 46 de la Colegiata de San Isidoro de León no sólo señala que las monedas tienen que ser pesadas justamente y controladas de

París, 1858; RICIE, E.: *L'art de l'essayeur (argent, or, platine, plomb, cuivre)*, París, 1888; GAUTIER, J.: *Essais d'or et d'argent*, París, 1892; RICIE et FOURT: *L'art de l'essayeur*, París, 1905. En Italia, BUTTARI, M.: *Manuale del saggiatore*, Milan, 1896, y GENTILE, E.: *Il saggio dei metalli preziosi*, Milan, S.A. Y en España son conocidos los de ESCOSURA, J.: *Manual del ensayador*, Madrid, 1901; MEDINA, M.: *Manual del ensayador*, Almadén, 1915; y PUEYO, C. J.: *Manual práctico de ensayos de metales preciosos*, Madrid, 1936.

forma estricta –cosa que hacen los ordenamientos legales de los siglos XIII al XVI–, sino que enseña lo que ninguno de esos ordenamientos muestra, la forma de hacer las pesas, la manera de preparar los distintos materiales que intervienen en su composición, los controles para asegurar su justo peso. En este sentido, es muy clara la diferencia entre un manual práctico y un texto de exclusivo contenido legislativo que, aunque incluya noticias sobre técnicas y procesos de trabajo, estará siempre lejos de constituir un auténtico manual de enseñanza.

En virtud de todo ello, parece indudable que estos manuales contribuyeron a la difusión de los conocimientos técnicos de época medieval y jugaron un papel activo en la transmisión de los saberes, tanto entre diferentes maestros, ciudades o regiones del mundo europeo y mediterráneo, como a los más jóvenes que se iniciaban en los oficios. Y que dicha divulgación contribuyó de manera evidente al progreso de la técnica y de la ciencia en el mundo bajomedieval; y en el terreno industrial, muy en particular en el campo de la química (como ha sido puesto numerosas veces de relieve, desde los viejos estudios de Marcellin Berthelot en Francia), pues buena parte de los procesos detallados en los manuscritos de la época se refieren a cuestiones (curtido, tintorería, composición de tintas y colorantes, trabajo de minerales y de metales) que implican transformación de las materias primas y modificación en la naturaleza del mundo físico que entra en contacto directo con el desarrollo del conocimiento de dicho mundo físico y de las causas por las que dichas transformaciones de la materia se producen y, por supuesto, también con el método científico experimental. De hecho, cuando los autores de los manuscritos se refieren a una receta como “cosa probada” o hacen alusión a que ellos mismos han comprobado una operación que describen, no están haciendo sino consolidar un procedimiento de trabajo que ha constituido la base del progreso científico en la sociedad occidental precisamente desde la Edad Media, como es el método de observación de la repetición de un fenómeno en la naturaleza que seguimos designando como experimentación.