

ALBERTO MAGNO: PRECURSOR DE LA CIENCIA RENACENTISTA*

Manuel Castillo. Universidad de Sevilla

Resumen: Alberto Magno está considerado entre los científicos, teólogos y filósofos más importantes de la Edad Media. En este capítulo hacemos un recorrido por los trabajos de S. Alberto sobre la Filosofía Aristotélica, Alquimia, Química y Ciencias Naturales. Se hace necesario enfatizar que S. Alberto se enfrentó a la Iglesia de su tiempo para introducir el pensamiento de Aristóteles en las Universidades europeas. Asimismo, con su empirismo fue precursor de la Ciencia Renacentista, y por tanto un adelantado a su tiempo.

Abstract: Saint Albert the Great was among the most important scientists, theologians and philosophers of the Middle Ages. This article deals with his works on Aristotelian Philosophy, Alchemy, Chemistry, and Natural Science. It should be emphasized that Saint Albert brought Aristotle's thought into European Universities despite declared Church's opposition to it. He was also an experimental scientist and predecessor of Renaissance science.

Desde el punto de vista de la formación intelectual de Europa, le corresponde la gloria a la orden de Santo Domingo, con San Alberto a la cabeza, el haber trabajado por el progreso científico medieval más y mejor que ninguna otra colectividad.
Pierre Mandonnet (1899)

1. Datos biográficos

Aunque se citan varios años como el del nacimiento de Alberto de Bollstädt, hijo de los condes de Bollstädt, es 1199 el año más probable, ocurriendo el natalicio en el castillo familiar a 30 Km de Lauingen, (a orillas del Danubio, entre Ulm y Dillingen, en la diócesis de Augsburg).

En 1222 el Conde de Bollstädt envió Alberto a Padua para estudiar «artes liberales», y a principios de verano de ese año Bl. Jordan de Sajonia, —2º Maestro General dominico (sucesor de Santo Domingo)— que estaba en visita al noviciado de Padua, conoce a Alberto de Bollstädt y le invita a entrar en la orden.

Alberto comenzó ya en esa época a interesarse por la medicina, los fenómenos naturales y por los trabajos de Aristóteles traducidos por Jaime de Venecia entre 1150 y 1170.

* Gracias al personal de los Archivos Chetham y John Rylands Library, Manchester (Inglaterra), por las facilidades que me ofrecieron durante mi investigación. También gracias a la Junta de Andalucía por la subvención otorgada.

Como el ingreso en la orden dominica debía hacerse por una provincia Alberto Magno eligió la de Colonia, donde llegó a *lector* en cuatro años —tiempo mínimo exigido— cargo que ocupó también en Hildesheim, Freiberg, Regensburg y Strasbourg. En 1238 Alberto asistió al Capítulo General de la Orden que eligió a Raimundo de Peñafort 3^{er} Maestro General. Durante los viajes que Alberto realizó en esos años examinó metales en los distritos mineros de Freiberg y Gosslar, y describió las minas de oro en los ríos Elba y Rhin.

En 1241 Alberto es el primer dominico alemán que fue a la Universidad de París para graduarse como «Maestro en Teología», a sugerencia de Hugh de St. Cher, Maestro regente dominico en Teología en París, provincial de Francia y más tarde cardenal. Para obtener el título era necesario impartir clases y conferencias durante 3 años, y ante la sorpresa de todos, las primeras conferencias de Alberto constituyeron tal éxito que muchas personas asaltaron el paraninfo, lugar destinado a las mismas, y como no se disponía de una sala con el aforo necesario Alberto tuvo que hablar en una plaza pública, desde entonces llamada «Plaza del maestro Alberto».

Después de su graduación, en 1245, sucede a Gueric de San Quintin como «Maestro regente dominico» hasta 1248 año que publica *Sententias Summa Parisiensis*, y *Quaestiones disputatae*, y establece en Colonia con Tomás de Aquino y otros dominicos el primer centro de estudios superiores (*studium generale*) en Alemania. Asimismo, como reputado maestro en escolástica propagó en París escritos griego y árabe, traduciendo, explicando, corrigiendo, y añadiendo nuevas áreas de conocimiento a la filosofía de Aristóteles. En 1252 sugiere que Tomás de Aquino vaya a París.

Entre 1254 y 1257 como Prior Provincial tuvo a su cargo 40 casas de la orden en Alemania, Austria, Suiza, Luxemburgo, Bélgica, Holanda, Polonia, Lituania y Letonia, aprovechando las numerosas visitas a esas casas para estudiar empíricamente Ciencia Natural. En 1256 el hermano Alberto atiende el Capítulo General de la Orden en París, y recibe de San Luis un trozo de la Cruz de Cristo y una espina de su Corona, las cuales cede, en 1271, al convento de Colonia. Hasta 1257 participó en sesiones de la curia papal y dirigió las discusiones públicas contra las enseñanzas de Averroes sobre la identidad del intelecto, quedando reflejadas en *Summa Theologica*, en el capítulo *De Unitate intellectus contra Averroem* encargado por Alejandro IV para rebatir especialmente las enseñanzas de Guillermo de Saint-Amour. Para Alberto Magno y Tomás de Aquino solo existe en el hombre el alma intelectiva, la que da los diversos grados de vida e inteligencia y es una facultad separada de cualquier órgano corporal.

Entre 1258 y 1260 regentó los estudios en Colonia, y el 5 de enero de este último año fue nombrado Obispo de Regensburg por Alejandro IV, quien lo consagró el 14 de marzo en el convento de San Blas y fue solemnemente entronizado en la Catedral de Colonia el día siguiente, tomando posesión del obispado el 29 del mismo mes, cargo que ejerció hasta el 11 de mayo de 1262 en que cesó a petición propia porque detestaba las funciones oficiales, pero permaneció como miembro de la curia romana hasta 1266. Durante su episcopado visitó Grecia para consultar con Guillermo de Mörbeke la traducción de los trabajos de Aristóteles. Entre 1264 y 1267, Alberto fijó su residencia en Würzburg, y probablemente predicara las Cruzadas en Alemania. En cualquier caso, sobre 1269, John de

Vercelli, que luego fue maestro de la orden, pidió a Alberto que residiera en Colonia como *lector emérito*, lo que no impidió que en abril de 1271 Alberto le mostrara su irritación por las *fatuas, estúpidas, fantásticas e inquisitivas* cuestiones que le envió a Tomás de Aquino a París y a Robert Kilwardby, entonces provincial dominico en Inglaterra.

La década de 1270 fue prolija en publicaciones, además de *Liber Causis* compuso los comentarios sobre Job, en Munich preparó una versión revisada de sus comentarios sobre San Mateo, San Lucas y San Marcos y sus últimos escritos parece que fueron *De sacrificio missae* y *De sacramento*, y *Elenchi*, donde hace referencia a todos sus trabajos previos sobre lógica.

Alberto Magno influyó para que se incluyera la devoción al *Nombre de Jesús* en las disposiciones, de 1278, del capítulo general de los dominicos.

En los últimos años de su vida se dedicó a componer himnos marianos, inaugurar templos, ordenar novicios en ordenes menores, consagrar altares e iglesias, como hizo el 12 de setiembre de 1276 con el templo dominico de San Pablo, en Amberes, que se había comenzado a construir en 1256 cuando él era provincial.

En Ciencia, ha trascendido el pensamiento albertiano por la enseñanza de Aristóteles en forma de paráfrasis, amalgamándola y reconciliándola con la teología cristiana occidental, lo cual le trajo no pocos sinsabores, teniendo que ir a París para defender personalmente a sus discípulos, principalmente a Tomás de Aquino, quienes eran vituperados en París y Oxford por sus enseñanzas aristotélicas y anti averroistas.

Como científico impartió ciclos de conferencias hasta que la apoplejía lo abatió durante una de ellas y su capacidad intelectual quedó limitada, y cuando en 1274 muere su discípulo y amigo Tomás de Aquino quedó solo e inerme frente al ataque de sus enemigos, quienes aprovechando su desvalimiento lo acusan de hechicería y de autor satánico, incluso uno llegó a decir: *El Maestro Alberto ha sido metamorfoseado de asno en filósofo y a renglón seguido de filósofo en asno*, dando base a la leyenda que dice: *La Virgen María se apareció a San Alberto en su niñez, edad en que no era muy listo, y a la pregunta, ¿en qué deseas destacar?, San Alberto le contestó, en Filosofía y en Ciencias. Ante esta respuesta la Aparición mostró su desconsuelo por no haber elegido la Teología, aunque le dio inteligencia lo castigó haciéndolo retornar a la estupidez los últimos días.*

Alberto Magno muere el 15 de noviembre de 1280, es enterrado en el coro de la iglesia dominica de Colonia, y oficia las exequias fúnebres el Arzobispo Siegfried von Westerburg. Pero la memoria de Alberto no queda olvidada con su muerte, el 13 de octubre de 1484, Inocencio VIII, permite a los priores dominicos en Colonia y Regensburg celebrar fiesta el 15 de noviembre con Misa y Oficio, lo que se interpretó como culto a un beato.

La misma prerrogativa se concede el 21 de setiembre de 1622 por Gregorio XV a la Catedral de Regensburg, el 2 de abril de 1631 por Urbano VIII a Lauingen, y el 6 de marzo de 1635 lo extendió a todos los dominicos alemanes, el 3 de mayo de 1664 por Alejandro VII a los dominicos de Venecia, y el 27 de agosto de 1670 Clemente X lo extiende a todo el mundo.

El 16 de diciembre de 1931, Pio XI santificó a Alberto de Bollstädt y lo nombró *Doctor Ecclesiae*.

El 16 de diciembre de 1941 fue declarado *Cultorum Scientiarum naturalium coelestem apud Deum Patronum* (*Patrón ante Dios de los estudiosos de las ciencias naturales*) con el privilegio y honor añadidos de su patronazgo a todas las ciencias. El patronazgo de Alberto Magno nos da ejemplo del científico infatigable que busca la verdad científica en la Naturaleza, y desde entonces es conocido como «El Magnus», «Doctor Universalis», «Doctor Expertus».

La vida de Alberto Magno está unida a los tres mayores movimientos que caracterizaron a la Edad Media: I— Urbanización de la sociedad europea, especialmente en Alemania y el este europeo, II— Reevangelización de la Europa cristiana, principalmente por los dominicos y franciscanos. III— Crecimiento y formulación de la filosofía y teología escolástica especialmente en universidades y centros educativos de Oxford, Colonia, Cambridge, Toulouse, Montpellier.

2. El aristotelismo y Alberto Magno

La doctrina aristotélica condenada en 1210 por el Concilio de París encontró en Alberto su paladín medieval, quien no dudó en enfrentarse a la Iglesia de su tiempo para reivindicarla como camino hacia la ciencia y la filosofía, compaginando lo que se decía en los textos de los maestros árabes con sus experiencias personales. Ello contribuyó a que en la década de 1250 fuera restituido el pensamiento y filosofía de Aristóteles, porque percibía que la Teología y la Ciencia Natural hablaban con frecuencia de una misma realidad desde puntos de vista distintos. Hacia 1255 la Metafísica y las Ciencias Naturales de Aristóteles se enseñaron en la Universidad de Oxford por Robert Kilwardby y en la de París por Roger Bacon. Lo cual no fue óbice para que Alberto Magno se uniera a la condena del determinismo de Aristóteles iniciada por Etienne Tempier en París, y Robert Kilwardby, en Oxford, porque Alberto nunca consideró la figura y el pensamiento de Aristóteles como una autoridad absoluta, sino simplemente como una guía para la razón y *cualquiera que crea que Aristóteles era un dios debe también creer que nunca erró; pero si uno cree que Aristóteles era un hombre, entonces sin duda estaba sujeto a error, como nosotros estamos.*

3. La obra albertiana

Durante los 20 años como dominico en Alemania Alberto Magno escribió *De natura boni*, aunque basado en las Escrituras cita explícitamente diez trabajos de Aristóteles, incluyendo seis antiguas versiones.

En la *Física* Alberto Magno explica que los dominicos le instaron a que escribiera un libro sobre Física que incluyera el conocimiento natural para comprender los trabajos de Aristóteles, lo que le obligó a explicar sistemáticamente: Lógica, Retórica, Matemáticas, Astronomía, Ética, Economía, Política y Metafísica con un complemento natural en *Liber de causis*. En una copia autógrafa, que se conserva en la Biblioteca Nacional de Viena, *Física* se continúa con *De caelo*, *De natura locorum* y *De causis proprietatum elementorum*. Nuestra intención, dijo Alberto, es *hacer todo el conocimiento inteligible a los latinos (Latinis intelligibiles)*.

La primera obra del corpus aristotélico sobre ciencias naturales es *De anima*, a la que le sigue una serie de once trabajos con el título general *Parva naturalia*

(*De nutrimento, De sensu, De intellectu, De natura et origine animae, etc.*) *De generatione et corruptione, Meteora De mineralibus et lapidibus, De vegetalibus et plantis y De animalibus, (De motu progressivo animalium)*. Los últimos trabajos de Alberto hacen constantes referencias a *De anima*, el cual es una importante contribución a la psicología, y contra la doctrina de Averroes, insistiendo sobre ello en *Postilla super Matthaenum*.

Alberto Magno defiende el pensamiento aristotélico porque: a) las ciencias naturales tienen autonomía en sus propios campos, b) hay imposibilidad de descubrir las causas reales de las cosas naturales *via* matemáticas, c) hay que establecer la base de la ética y la metafísica en la naturaleza de las cosas en el mundo real. Y como nada de lo que es conocido por la razón contradice una verdad revelada, aceptaba la autonomía de la razón humana.

Gilson al describir el interés de San Alberto por la ciencia greco-árabe dijo con cierto sentido de humor: *su caso tiene algo de pantagruélico*.

4. Alberto magno: el científico

La principal fama de Alberto Magno como hombre de ciencia procede de sus estudios en Ciencia Natural cuyo propósito no es simplemente aceptar la explicación de otros, sino investigar las causas que constituyen el trabajo en la naturaleza.

La idea que Alberto tenía de Ciencia la expuso en:

Physicorum, donde compatibiliza su idea mecanicista con la Teología, al atribuir la Creación a un Creador y no a un «Supremo ordenador»;

De caelo et mundo, (libro I) cuando dice que no es un milagro la creación de las cosas naturales;

De causis proprietatum elementorum, (libro I) donde leemos que no todo es causa de Dios, aunque considera la causa natural como instrumento a través de la cual Dios se manifiesta;

De mineralibus, (libro II) donde escribe que no es propio de un científico aceptar implícitamente lo que cualquiera diga, sino que se debe investigar las causas intrínsecas de cada cosa natural;

Meteororum, (libro III) donde Alberto piensa que Aristóteles debe haber hablado menos de las opiniones de sus predecesores y más de la verdad de demostraciones o experimentos;

De vegetalibus, (libro VI) cuando dice que la Ciencia satisface mejor la curiosidad de los estudiantes que la Filosofía en sí, porque le hablamos de nuestras experiencias y además debemos fundamentarnos en lo dicho por los antiguos, y en el libro I cuando expone las experiencias personales *per se* y añade que es lo mejor para llegar al conocimiento verdadero;

De animalibus, (libro XXII) cuando clasifica las especies atendiendo a sus peculiaridades y no por orden alfabético por que se debe tratar a cada especie separadamente; y en el libro VIII manifiesta su confianza en la disección de los animales para poder conocerlos mejor, lo que corrobora en el libro XXIII cuando insiste que sólo las pruebas experimentales tienen más valor que la especulación filosófica; en el libro XIV dice que la Naturaleza hace lo mejor para todo.

5. Naturaleza y magia

Alberto Magno, Guillermo de Auvernia, Roger Bacon y otros escolásticos distinguieron entre *magia natural*, acontecimientos científicos producidos por virtudes ocultas que residían en objetos de la naturaleza, y *magia pecaminosa*, acontecimientos científicos que dependen del demonio. El descubrimiento de las virtudes ocultas era una de las metas principales de numerosos experimentos medievales. Como Alberto Magno poseía fama de ser maestro en cualquier tipo de magia no pocas leyendas nacieron en torno suyo. Una de ellas data de 1250 cuando el priorato de Stolkgassen estaba contiguo al palacio del Duque William II de Holanda y Alberto consiguió comprarlo por solo 150 marcos, porque *haciendo un tiempo de lo más crudo del invierno alemán, y ante la sorpresa de todos Alberto Magno manda colocar las mesas para la comida en el jardín. Y he aquí que, como si se hubiera realizado un fantástico prodigio, la nieve desapareció, los árboles reverdecieron, las plantas estaban en flor y los pájaros se pusieron a trinar. Es decir, en el jardín del convento se había recreado artificialmente una primavera en pleno apogeo para la mayor admiración de los ilustres visitantes.*

Ante este relato legendario no ha faltado quien afirme que San Alberto recurrió a una hipnosis colectiva. Pero lo cierto es que los dominicos consiguieron una compra muy favorable.

A pesar de la atmósfera mágica que envolvía a la ciencia medieval, Alberto Magno supo desembarazarse de ella y mostrarse como un adelantado a su tiempo junto con Petrus Peregrinus y Rufinus, principalmente cuando observa y experimenta. Acostumbrado a viajar, a dar largos paseos, a ver trabajar a artesanos, mineros, pescadores y metalúrgicos supo unir a su inmensa erudición el gusto por lo concreto y por el sentido común. Esta manera de desarrollar su labor en ciencia y filosofía quería imbuírsela a sus discípulos, a quienes recomendaba salir para aprender las imbricaciones de ese quehacer con la vida ordinaria y común de los hombres. Es decir humanizar el trabajo del hombre de ciencia.

6. Algunos conceptos científicos según Alberto Magno

Del sonido dijo que era la vibración del aire producida por la percusión de dos cuerpos pesados y que la vibración se propaga en forma de una esfera cuyo centro es el punto de percusión. Las ondas sonoras se extienden desde su centro igual que los rizos sobre la superficie del agua cuando se arroja una piedra. Y que el eco es una reflexión de las ondas sonoras.

Asimismo Alberto conocía el magnetismo y las leyes de la reflexión de la luz sobre los espejos; y del efecto de los diferentes ángulos de los rayos incidentes del Sol sobre la capacidad de proporcionar más o menos calor llegó a decir que la luz se convierte en calor cuando los cuerpos la absorben.

También estableció el efecto que causa el clima sobre plantas, animales y hombre. Aunque Alberto Magno no disponía de telescopios dijo sobre el movimiento de los cuerpos celestes pesados que *los cuerpos pesados se mueven de este a oeste llevando con ellos estrellas las cuales se mueven de oeste a este; algo como una máquina pesada movida por Dios, según principios secretos para el intelecto humano, pero que puede llegar a descubrir. Cada estrella, en su giro, se mueve por una causa*

pura, teniendo cada una su propio cielo con su movimiento particular; así los círculos de las estrellas no son concéntricos, como dijo Aristóteles basándose en Eudoxo, sino excéntricas según el sistema de Ptolomeo.

Asimismo explicó que las zonas oscuras de la luna son producidas por la luna misma.

Alberto situó a las Matemáticas entre la Metafísica y las Ciencias Naturales, definiendo el objetivo de ellas como *el movimiento y extensión material de objetos naturales independientemente de su esencia y sus causas fundamentales*. Por ejemplo la línea recta se debe estudiar tal como se representa materialmente en la Naturaleza, pero sin considerar la causa de la línea recta ni la materia que la ilustra.

En la Edad Media la ciencia teórica estaba asociada con la técnica, y como había interés por los resultados mensurables se confeccionaron instrumentos de medida exactos, encontrándonos en la obra albertiana información sobre los más variados aparatos.

7. Alberto magno, alquimista

Aunque Alberto Magno se interesó por la Alquimia y la consideraba como lo que mejor imita a la Naturaleza según lo manifestó en *Liber mineralium, Comentarios sobre la Meteorología de Aristóteles*, los biógrafos más allegados a la doctrina oficial de la Iglesia negaban que la practicara. Durante los viajes como provincial de la Orden visitó distritos mineros aprendiendo por observación directa la naturaleza de los metales e informándose *sobre la transmutación de los metales en Alquimia, y aprendido de ella algunas cosas de su naturaleza y propiedades accidentales, y explicaba que he aprendido por lo que he visto con mis propios ojos, que de vetas que afloraban una era oro puro y otra de plata [...] . Y de lo que mineros y fundidores me han contado [...] lo que los artesanos han aprendido por experiencia es también la práctica de los alquimistas quienes, si ellos trabajan con la Naturaleza, transforman la forma específica de un metal en otro.*

Asimismo se interesó por las obras alquímicas de Hermes, Callistenos (Khâlid ibn Yazîd), para quien la alquimia era *la ciencia que infundía a los metales inferiores la nobleza de los superiores*, Demócrito, Gigil, Avicena con *De anima in arte alchamiae* y *Carta de Avicena al rey Hasen* (o Hazen) en donde decía que el mercurio y el azufre son los materiales de todos los metales y lo básico en los procesos alquímicos. Alberto contrastó la teoría de Avicena con la de Aristóteles, —los metales estaban formados por una mezcla grasa (*humidum unctuosum subtile*) combinada con una tintura térrea— y con la de Hermes Trismegistos expuesta en *Libro de Alquimia*, —los metales están hechos de todos los elementos—, pero consideró incorrecta la opinión atribuida a Demócrito que la cal viva y la lejía son los materiales de todos los metales.

Alberto Magno asignó mucho protagonismo a la Naturaleza en los procesos, porque *los poderes celestiales pueden producir en vasijas artificiales lo que hacen en vasijas naturales. De aquí, lo que la Naturaleza hace por el calor del Sol y las estrellas, el arte también lo produce por el calor de fuego no mayor que el poder autoformativo en los metales*. Alberto coincide con Hermes en la conjunción entre los siete planetas con siete metales y en la influencia de las estrellas en las operaciones alquímicas porque *cuando el trabajo del alquimista se hace durante luna crecien-*

te se obtienen metales y piedras más puro. (*De causis elementorum*). En general Alberto Magno advirtió que *de todas las operaciones alquímicas, la mejor es la que comienza en el mismo camino que la Naturaleza, esto es, con la purificación de azufre por ebullición y sublimación, limpieza de mercurio y perfecta mezcla de ellos con la masa de metal; por sus poderes se induce la forma específica de cada metal.*

Alberto estaba contra los «carboneros o impostores» y decía que *rara vez he visto a un alquimista íntegro, y como es fácil cambiar la coloración de los metales a amarillo para simular oro o a blanco para aparentar plata, los que hacen estas operaciones son impostores que sin duda son engañosos, puesto que no hacen oro ni plata real, y no hacen la práctica alquímica en su totalidad sino solo en parte. Por esta razón he hecho pruebas con ese oro y plata alquímico y los he convertido en escoria.*

Una de las muchas leyendas populares que circularon es la siguiente hazaña mágica: *Mediante un talismán logró reunir todas las serpientes de su diócesis, obispado de Regensburg, y las empleó para fabricar oro. Al parecer así pudo saldar las grandes deudas que sus antecesores en la sede episcopal habían ido acumulando a lo largo de los años.* En ella se ve una superposición de elementos fantásticos con un dato real, el papel esencial de la serpiente como símbolo alquimista.

La mayor parte de la obra de San Alberto se inscribe en el género de «ciencia oficial», pero hizo incursiones frecuentes en unas no encubiertas ideas alquímicas, como se manifiesta en su producción bibliográfica.

De Alchimia, (*Semita recta o Libelus de alchimia*, como la titula la edición de Borgnet) tiene consejos válidos hoy para los filósofos herméticos, quienes deben ser puros de espíritu y de comportamiento. Pero existen dudas sobre si Alberto Magno es su autor, pues aunque está incluido en la colección de *Jammy* que contiene los trabajos albertianos, biógrafos desde Petrus de Prusia hasta Quétif, Sighart y Loë dicen que Alberto no es su autor.

Los admirables secretos de Alberto el Grande y Alberto el Pequeño se consideraba apócrifa hasta que dos profesores americanos han demostrado, de forma irrefutable, que la parte titulada *Alberto el Grande* fue escrita por Alberto Magno.

Otros tratados que se atribuyen a Alberto son: *Compendium de Ortu et Metallorum Materia*, *Concordia Philosophorum*, *Secretorum Tractus*, *Compositum de compositis*.

8. Alberto magno y la química

Ciertamente, Alberto Magno no descubrió ni realizó experiencias importantes en el laboratorio, pero como filósofo especulativo supo descubrir procesos y aparatos que estaban ocultos para otros en textos de Aristóteles, por ejemplo en *Meteora* los pasajes sobre hierro y acero se han considerado como precursores de Biringuccio, Agrícola, Porta y otros escritores y metalúrgicos.

Las históricas bombas incendiarias tendrían poca importancia en sí misma si no fuera porque Alberto Magno las usó como puente entre la tecnología química y la tradición alquímica. El fuego era un misterio para los alquimistas, pero para el prestidigitador era una fuente inagotable. Thorndike describe la elaboración de candela por Alberto Magno con una pintura que aparece en manuscritos de los siglos XV, XVI y XVII, donde una imagen con la boca untada de azufre y tre-

mentina está incandescente, pero la mecha ya extinguida y apretada en la boca termina en la llama. Alberto usaba una mezcla de lodo, nafta y azufre que puede relacionarse con la gran variedad de referencias al petróleo, alcanzando desde las antorchas de Bacchae a una preparación atribuida a Aristóteles *Liber ignium*, obra que junto a *Mappae clavícula* contiene instrucciones para extinguir los fuegos con arena, barro, alumbre, orina, vinagre. En este escrito es donde aparece por primera vez la palabra alcohol, pero es en el siglo XIV cuando aparece con el significado actual.

El vino de Aristóteles es solo parcialmente fermentado y con alto contenido en azúcar y poco alcohol. Alberto Magno dice que este vino puede producir vapores perjudiciales a los animales, porque la fermentación continúa dando dióxido de carbono (CO₂). Porta describe en *Natural Magick* algunos destiladores de *aqua vitae* que no usan el fuego sino la fermentación. De particular interés son las recetas para alcohol, fuego griego y pólvora, similar a los trabajos atribuidos a Marcus el griego, quien es mencionado junto a Hermes, Geber, etc.

Por otra parte, cuando Alberto prepara aceites con rudimentarios procesos de craqueo son un lejano antecedente de la moderna tecnología usada en las actuales industrias petroquímicas. Aunque *De secretis mulierum; Liber aggregationum sive de virtutibus herbarum, Lapidum et animalium* y *De mirabilibus mundi* son de interés para la Química, los más importantes para esta ciencia son *De mineralibus et rebus metallicis* y *De lapidibus*, frecuentemente mencionado en el *Meteororum* y quizás escrito durante su estancia en París, los cuales son una importante contribución a la temprana historia de la ciencia inductiva y uno de sus más originales trabajos científicos.

En *De mineralibus* expone la teoría que mercurio y azufre son *padre y madre de todos los metales*, y describe diversos hechos químicos:

- obtención de mercurio sublimando cinabrio (HgS) en un horno de *aludel*,
- purificación de oro, por la unión de hollín, sal y polvo de ladrillo molido,
- afinación de oro y plata por copelación,
- preparación del bronce fundiendo cobre con calamina,
- blaqueado de cobre con arsénico,
- producción de plomo blanco con vinagre,
- separación de la plata de otras sustancias por ácido nítrico,
- el ataque por ácidos de metales, menos el oro.

Asimismo Alberto Magno definió: sublimación, pulverización y molienda, cementación, disolución, cocción, resolución, licuefacción, coagulación, vaporización de sólido o líquido por el calor y su recondensación, destilación en alambique con calor y a través de filtros, calcinación, solidificación y cristalización. También ceración, purificación, (usualmente por lavado) fusión, coloración para hacer oro y plata alquímicos.

La relación de aparatos de laboratorio habituales para alquimistas, metalúrgicos y farmacéuticos incluye varias clases de hornos, baño de estiércol, losa de mármol, alambiques, aludeles, ampollas, varios tipos de jarras, vasos y vasijas, utensilios de arcilla, de cobre, de vidrio o vidriados, cerrados o abiertos, aparatos para destilar por ascenso o descenso, majas de hierro y madera, mazos y martillos.

En el campo de la química teórica Alberto se adelantó a su tiempo cuando habló de *Afinidad* en términos modernos: *commixta cum rebus quibus affinitatem*

non habet, y explica que *el azufre ennegrece la plata y abrasa en general a los metales a causa de la afinidad natural que tiene por ellos*.

Como sabemos, la teoría de la Afinidad química, junto a la hipótesis del flogisto, se desarrolló durante el siglo XVIII, pero solo cuando las ideas mecánicas de Boyle desterraron las fuerzas ocultas de amor y odio para explicar la afinidad, se pudo cuantificar los resultados, como lo hizo Étienne Geoffroy, en 1718, en la primera tabla de Afinidades.

9. La transmutación

Alberto Magno dijo de la *transmutación* que los minerales al ser intermedios entre piedras y metales son importantes reactivos alquímicos; y *de estas sustancias depende que la mayoría de esa ciencia pueda convertir a un metal en otro*. También, como era contrario a la transmutación de los metales tal como la concebían los alquimistas, dijo: *los alquimistas conocían que no se podía transmutar una forma de metal en otra, sino solamente hacer algo similar [...] las formas específicas no son transmutadas, al menos que se reduzcan primero a la materia prima [...] y luego con ayuda del arte desarrollar la forma específica del metal deseado*. Alberto añadió a las censuras de Avicena las suyas propia, *he examinado algunos libros alquímicos y he encontrado que muchos carecen de pruebas*.

Alberto Magno coincide con Callisteno y Gigil que *la Alquimia es la ciencia que confiere a los metales inferiores la nobleza de los superiores*. No obstante, Alberto prefirió discutir el significado alquímico de la calcinación, sublimación, destilación, etc. a inducir que *el elixir penetra en el material de los metales, y de aquí posiblemente destruir las formas específicas de los metales que originalmente estuvieran en la materia. La materia que permanece puede entonces con la ayuda del arte alquímico cambiar a otra forma específica, así como los médicos ayudan a curar enfermedades*.

En un escrito de 1222 sobre las minas del Tirol austriaco San Alberto dijo: *el oro es el más noble de los metales porque las condiciones en que se ha formado hacen que usualmente se encuentre en estado puro u oro nativo, mientras que otros metales se encuentran en compuestos llamados minerales, los cuales necesitan de la fundición y procesos de refinamiento para retirar las impurezas que se le han agregado durante su formación*. Es evidente que él hablaba de la génesis como cambio progresivo. La teoría de San Alberto sobre la génesis de la ganga descansa en la creencia inicial que el mercurio y el azufre están presentes en las profundidades de la Tierra. Su concepción del proceso por el cual se combinan y se introducen en las rocas está basada en parte en Aristóteles y en parte sobre analogías con operaciones que hoy llamamos tecnológicas.

En el s. XIII una mena era *un metal incorporado con piedras*, pero Alberto Magno dedujo de sus visitas a minas, que las menas eran el material del cual puede extraerse metal *at a profit*, y comprobó que el oro podía extraerse de menas piríticas en Silesia y Turinga.

Alberto describió minerales de hierro, cobre, mercurio, y especialmente plata. Sobre este último dijo, *la plata es casi tan noble como el oro y es posible que la misma materia prima encerrada en una roca más dura donde el vapor estuviera más confinado y mejor dirigido, posteriormente cambiaría tanto hasta convertirse en oro*.

Esto hay que considerarlo como una teoría de la transmutación y Alberto Magno mencionó el esfuerzo de los alquimistas en esta línea. Él ciertamente creía que si la transformación ocurre en la naturaleza es posible en el laboratorio. En la práctica primero se reducía el metal a materia prima, a la que se le impone otra forma específica, la del oro. La tradición química de la Edad Media era una mezcla de alquimia, experimentos y teoría derivados de las fuentes árabes clásicas.

La propia palabra transmutación tiene distintos significados en alquimia: física, mental e incluso espiritual. En 1958 Spencer Lewis escribió: *Transmutación es todo cambio de la naturaleza vibratoria de un elemento material o la expresión vibratoria de una manifestación espiritual, de modo que la manifestación o expresión es diferente después del cambio.*

En *De Mineralibus* Alberto hace una ingeniosa síntesis de conceptos peripatéticos sobre la materia, basada en los cuatro elementos de Empédocles y en la alquimia árabe basada en el azufre y en el mercurio. Las piedras las trata como mezclas simples, con predominio de tierra y agua; a los metales los considera como mezclas de segundo orden integrados por azufre y mercurio, los cuales son ellos mismos mezclas de sustancias simples. Esto es lo contrario de hoy día, los metales son elementos químicos y los minerales y rocas compuestos químicos o mezclas de ellos.

Para Alberto Magno las propiedades de los distintos metales depende de la pureza y proporción de azufre y mercurio que tengan. El azufre es portador de alguna de las propiedades aristotélicas y el mercurio está formado por un fluido, (agua) y por algo pesado (tierra).

10. Hallazgos químicos

En la Química experimental muchos descubrimientos de Alberto han llegado hasta nosotros.

—Describe el arsénico tan detalladamente que se le ha considerado como descubridor de este elemento, el cual era conocido por los antiguos alquimistas aunque en forma impura.

—Prepara la potasa cáustica mediante la cal, (este procedimiento aún sigue hoy día en vigor).

—Determina la composición del cinabrio. Este estudio le ha merecido ser citado por «azogueros» y metalurgistas de los centros mineros de Hispanoamérica desde el siglo XVI, y en los primeros tratados mineralógico y metalúrgicos (*De la Pirotechnia*, de Vanoccio Biringuccio y *De Re Metallica* de George Agricola).

—Estudiando el efecto del calor sobre el azufre intuyó las distintas formas alotrópicas del mismo.

—Explica la preparación de diversos compuestos de plomo, [cerusa (carbonato de plomo), minio (plomo rojo; Pb_3O_4), acetatos de plomo y de cobre]. El plomo era muy utilizado en la Edad Media para el techado de las catedrales y como componente de las pinturas de las vidrieras.

—Separó oro y plata de las aleaciones.

—En 1923 el químico suizo George Lunge, célebre investigador del ácido sulfúrico escribió, *Albertus Magnus habló del Spiritus Vitrioli Romani como si fuera del ácido sulfúrico.*

Con estas y otras muchas obras San Alberto Magno adquirió categoría de precursor. Como resumen podemos decir que Alberto Magno ha legado a la historia de la Química observaciones y aparatos que han servido de puente entre la Alquimia, la tecnología medieval y la ciencia renacentista. Los trabajos sobre la fundición de hierro y coagulación del mercurio son especialmente llamativos. Los estudios comparativos que hizo no fueron meras citas de fuentes antiguas, sino que comparó procesos y resultados concretos, lo que confirma que Alberto Magno entra en la pléyade de personajes que contribuyeron al desarrollo de la Química. Él representa un tiempo en que el cambio era inminente y sus observaciones sirvieron a la Química en un tiempo de transición.

Como Alberto gozaba de una buena reputación en medios eclesiásticos, pudo estudiar y practicar ciencia en su celda monacal, *Laborare orare est*.

11. Alberto Magno y las ciencias naturales. Geología y Geografía

Alberto Magno decía que, *un auténtico metal no puede engendrarse si no es por sublimación de un principio húmedo y de otro seco. En efecto, cuando esos principios se hallaban en las profundidades eran impuros y dificultaban la obtención del metal. Pero si el humo se eleva del crisol en que estaba el metal el humo es puro y se concentra en los poros de la piedra.*

En *De Mineralibus* Alberto afirma que la formación de la corteza terrestre se debe a un lento enfriamiento de la superficie respecto a un fuego central. También encontró, con asombrosa exactitud, el trazado de las cadenas montañosas europeas, los ríos y su nacimiento, estableciendo las porciones de costa que habían estado sumergidas por océanos en épocas anteriores, y las islas que habían emergido por erupciones volcánicas. Algunos autores han dicho que los mapas de Alberto Magno han podido usarse para llegar a América. Asimismo se muestra de acuerdo con Avicena en la teoría plutónica de formación de las montañas, pero cree necesario reelaborar estas fuentes geológicas con una nueva teoría más coherente.

Como sabía que la altitud y latitud influían en el clima local dijo que la región terrestre al sur del Ecuador no estaba habitada a causa del excesivo frío, y si hubiera animales tendrían una gruesa piel blanca para defenderse del rigor climático. ¿Podemos pensar que Alberto se adelantó a la actual teoría de la protección por la coloración y un antecedente a la teoría de Laplace?

Alberto siguiendo el pensamiento de Aristóteles en *Liber meteorum* describió la aparición de *cometas* en el cielo, su formación e influencia en los destinos de los hombres y en 1240 observó el cometa que apareció.

La explicación de la escarcha, lluvia y nieve va más allá de los textos antiguos y es especialmente clara la descripción de los terremotos, génesis de tormentas, arco iris, flujo y reflujo de las mareas y volcanes.

Sobre el desplazamiento de las tierras y los mares, siguiendo la escuela de Aristóteles Alberto Magno dijo, *hay tierras que estuvieron cubiertas por aguas dulces o por aguas saladas y ahora están secas y otras al contrario ahora están sumergidas. Pero según la Naturaleza el mar nunca ha cubierto a la Tierra por entero y el mar no podrá jamás ser desecado. Los cambios dependen del régimen de lluvias y su causa*

es astronómica. De esto se deduce que Alberto no consideró racional el diluvio universal bíblico.

Alberto Magno rebatió la generación de las piedras por accidente sin una causa específica, según Hermes, Empédocles y Demócrito, porque pensaba que se debía al poder mineralizante, incluso aseguró la presencia de depósitos pétreos debajo de las aguas. En *De Causis* dijo que las piedras engendradas por el calor —bien del Sol o de otras fuentes— se han endurecido desde el barro viscoso acumulado por el flujo de las aguas en la superficie terrestre.

Por otra parte, la presencia de restos de animales acuáticos preservados por el frío y la sequedad de la piedra, como las rocas con escamas de peces encontrados en una cantera, cerca de París, que Alberto Magno atribuyó a que esas zonas había estado cubierta por el mar, dio base para asignar origen orgánico natural a los fósiles; idea que influyó de manera decisiva en la geología de los siglos XIV y XV. Que los animales pueden transformarse en piedras calizas cuando se encuentran en lugares donde exhala una «fuerza petrificante», lo explica Alberto porque, *los elementos del cuerpo de los animales se transmutan en el elemento tierra más el elemento agua. Después la fuerza petrificante convierte al elemento tierra en piedra y el animal conserva sus diversas partes tal como eran.*

Las ideas albertianas sobre el origen de los fósiles fue muy importante en los siglos XVI y XVII y chocaba frontalmente con el Génesis de la Biblia, como sucedió con la teoría evolucionista de Darwin. Todo ésto pone de manifiesto la gran personalidad de Alberto Magno que supo diferenciar lo que relata la Biblia de las deducciones a la luz de la Ciencia.

El libro *De natura locorum* fue muy elogiado por A. Humboldt, sobre todo lo concerniente al mar, montaña, bosques y la influencia de la tierra sobre el reino vegetal, animal y la existencia humana.

12. Botánica y Agricultura

Los trabajos empíricos de Alberto en Botánica durante los años 1254-1257 con plantas francesas e italianas, quedaron reflejadas en libro VI de *De vegetalibus*.

En el medioevo los libros de botánica eran herbolarios de interés farmacéutico que clasificaban a las plantas en orden alfabético, hasta que Alberto Magno estudió la Fisiología vegetal, Morfología y Ecología con una sensibilidad no superada hasta varios siglos después.

La nutrición de las plantas para Alberto consistía primeramente en una asimilación por el suelo que hace las veces de estómago de las plantas, y después a través de las raíces llegan a las *venas* y a las diversas partes de la planta. (El significado de *vena* para Alberto Magno es distinto en plantas y animales).

En *De vegetalibus*, después de comentar la obra de Aristóteles *De Plantis*, inició una clasificación con rigor científico inspirado en Teofrasto:

- plantas: sin hojas, corticales, tunicales y herbáceas.
- flores: aladas, campanuladas y estrelladas.
- frutos: secos y carnosos.

Especificó la triple posición del embrión en el cotiledón; estableció las relaciones entre los zarcillos y pámpanos de la vid; distinguió entre espina y pincho; relacionó las variedades vegetales selváticas y cultivadas.

Fue el primero en introducir la espinaca en la literatura occidental, llamar la atención sobre la peculiar posición de los racimos de uva en relación a la hoja de parra, describir el polen, observar la influencia de la luz sobre el crecimiento de los árboles y establecer que la savia en la raíz es insípida y que conforme asciende se vuelve más sabrosa.

Se adelantó a la Botánica moderna al decir que los frutos tienen una cubierta de tres capas: epicarpio, mesocarpio y endocarpio; distinguió entre corteza interna y externa de las plantas y estudió el papel que juega en la «economía» de las plantas. Asimismo llegó a ser experto en «cirugía de las plantas» consiguiendo injertos con éxito.

Otro mérito del trabajo albertiano fue relacionar la biología de las plantas con la agricultura, abonando el suelo con estiércol para enriquecerlo, por lo que recomendaba encerrar el ganado en rediles para poder recoger los excrementos; aunque también usaba como abono cal, marga, ceniza, turba y arena calcárea.

13. Zoología

En Zoología destaca Alberto Magno con *De animalibus* —uno de los tesoros del convento dominico de Colonia— de 26 libros, los 19 primeros siguen a Aristóteles en historia, partes y generación, otros 2 versan de fisiología y contienen observaciones originales suyas, y los 5 últimos se corresponden con los libros de Zoología de Tomás de Cantimpré. La mayoría de los biógrafos coinciden que las observaciones de los secretos de la Naturaleza, desde la filosofía natural, fueron concebidas durante los largos viajes que se vio obligado a realizar como Obispo. Para Wimmer, *Alberto Magno estudió y describió la totalidad del cosmos desde las piedras a las estrellas*.

Alberto explicó la disección del ojo del topo, estudió el sistema nervioso central de los artrópodos en el escorpión y en el cangrejo; observó que si a las hormigas se le amputan las antenas pierden el sentido de la orientación y necesitan la ayuda de sus compañeras para encontrar la comida; detalló como hilan las arañas; descubrió la membrana alantoide comparando los huevos de los peces con los de los pájaros.

Para Alberto Magno la fecundación de los peces, en el mar y ríos, se efectúa cuando al juntar sus cuerpos arrojan huevos y leche. También que el esturión al nacer tiene huesos y cartílagos nada más que en la cabeza y que abunda en el Danubio, río donde casi no existen anguilas porque el agua de los Alpes llega muy fría, corrigiendo a Aristóteles cuando dijo que las anguilas no viven en el cieno, además observó que el Rhin, en las cercanías de Colonia, llevaba el mejor salmón.

Caracterizó a los delfines y focas como mamíferos sostenidos por huesos en lugar de cartílagos, con respiración traqueal y no branquial. La descripción de la morsa y la ballena fue también muy precisa, estudiando el esperma de ésta.

Alberto estudió las variaciones de las especies en función del medio y describió minuciosamente la fauna alemana, legando estudios de animales hoy día desaparecidos, como el uro que fue abundantísimo en Europa central pero extinguido en el s. XVI.

Hizo una descripción pormenorizada del avestruz, ajustada a la realidad, y de la comadreja, marta, rata, lirón y oso polar, y nombró a la gamuza, armiño, mofeta, y otras especies: bisonte, búfalo, caballo, marmota, uro, gacela; del gato dijo que mataba a los ratones y ratas pero no se los comía.

Sobre los pájaros, estudió 5 variedades de pinzones, 3 de manchados, 3 pájaros carpinteros, 2 de gorriones, 6 clases de águilas, 3 de garzas y 3 de patos salvajes.

Estableció 5 clases de jilgueros, y varias de halcones. Estos estudios se vieron favorecidos por la existencias de grandes bosques alrededor del monasterio donde residía.

Entre los resultados investigadores de Alberto Magno sobre los insectos destaca la primera mención de las fibras nerviosas del estómago en ellos, muy ajustada a la realidad.

Sobre las abejas y avispas Alberto dijo que tienen un aguijón muy virulento para seguridad, y particularmente las abejas tienen un cuerpo reluciente con un «saco» transparente capaz de producir miel, y que hay tres clases de ellas: reina, obreras y zánganos.

Alberto Magno desmitificó las siguientes creencias: el fénix no renace de sus cenizas, el castor no arroja sus testículos a los perseguidores, el pelícano no se abre el pecho para alimentar con la sangre a sus crías, el águila no incuba sus huevos exponiéndolos al sol sobre una piel de lobo; y que el águila dorada ponga dos huevos y solo uno de ellos empolla, lo explica porque necesita un gran trasiego de alimento y tiene que recorrer largas distancias para ello. Y rechaza que el sudor de las águilas viejas sea curativo.

Franz Strunz, comentó que *es un placer encontrar a un naturalista que en la Edad Media, llamada la edad dorada de la superstición, tuviera el coraje con claridad y seguridad de entendimiento para abandonar las historietas de milagros y superar los prejuicios de sus creencias religiosas en la materia.*

BIBLIOGRAFIA

- Hugo Bauer, *Historia de la Química*, Barcelona, Colección Labor, 1933.
- William H. Brock, *The fontana history of Chemistry*, Londres, Fontana Press, 1992.
- Manuel Castillo Martos, «Contribuciones de San Alberto Magno a la Ciencia (I). Generalidades sobre su obra», *Químicos del Sur*, núm. 26. (1991), pp. 27-28.
- Manuel Castillo Martos, «Contribuciones de San Alberto Magno a la Ciencia (II). La Alquimia en los trabajos de San Alberto» *Químicos del Sur*, núm. 27, (1991), pp. 17-18.
- Manuel Castillo Martos, «Contribuciones de San Alberto Magno a la Ciencia (III). San Alberto Magno y la Química», *Químicos del Sur*, núm. 28 (1991), pp. 29-30.
- H. C. U. Daehnert, *Die Erkenntnislehre des Albertus Magnus gemessen aus den Stufen der Abstractio, (Mit einem Sachverzeichnis und einer Monographie)*, Universität Leipzig, 1933.
- P. Jammy, *Alberti Magni Opera*, París, A. Borgnet, 1890. Pierre Michaud-Quantin, *La Psychologie de l'activité chez Albert le Grand*, París, Librairie Philosophique, 1966.
- Pearl Kibre, «The Alkimia minor ascribed to Albertus Magnus», *ISIS*, 32, (1940), pp. 267-300.
- Pearl Kibre, «An Alchemical tract attributed to Albetus Magnus», *ISIS*, 35, (1945), pp. 303-316.
- Henry M. Leicester, *Panorama histórico de la Química*, Madrid, Editorial Alhambra, (Colección EXEDRA), 1967.
- Pierre Mandonnet, *Siger de Brabant et l'Averroïsm latin au siecle XIII^{me} siècle. Étude critique et documents inédits*, Fribourg, 1899.
- José E. Muñoz, *Alberto el Grande, precursor de la ciencia contemporánea*, Quito, Talleres Gráficos

Nacionales, 1949.

—Fritz Paneth, «Über eine alchemistische Handschrift des 14. Jahrhunderts und ihr Verhältnis zu Albertus Magnus. Buch De Mineralibus», *Arch. Ges. Math. Naturwiss. Tech.* 12, (1929), pp. 33-45.

—Frits Paneth, «Über die Schrift Alberts des Grossen De Alchimia», *Arch. Ges. Math. Naturwiss. Tech.* 12, (1930), pp. 408-413.

—Fritz Paneth, «Albertus Magnus as Chemist», *Nature*, 129, (1932), pp. 612-613.

—James Riddick Partington, «Albertus Magnus on Alchemy», *AMBIX*, 1, (1937), pp. 3-20.

—P. Martinez Strong, «San Alberto Magno y su contribución a la Mineralogía», *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 56, (1958), pp. 93-130.

—René Taton, Ed. *Historia General de las Ciencias*, Vol. 3, Barcelona, Ediciones Orbis, 1988.

—Lynn Thorndike, «Some Alchemical manuscripts at Bologna and Florence», *AMBIX*, 5, (1953), pp. 85-110.

—James A. Weisheil, O. P. *Thomas d'Aquino and Albert his Teacher*, Toronto, Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1980.

—James A. Weisheil, O. P. Editor, *Albertus Magnus and the Sciences*, Toronto, Commemorative Essays. Pontifical Institute of Mediaeval Studies, 1980.

—Hieronymus Wilms, O. P. *Albert the Great. Saint and Doctor of the Church*, Burns Oates & Washbourne Ltd., 1933.

—Dorothy Wyckoff, «Albertus Magnus on Ore Deposits», *ISIS*, 49, (1958), pp. 109-122.

* * *

Manuel Castillo
 Área Historia de la Ciencia
 Dpto. de Química Inorgánica
 Universidad de Sevilla