

Ciencia sin libros

Fuentes de información y difusión

ATLAS HISTÓRICO DE LA ILUSTRACIÓN ANATÓMICA, por José María López Piñero y Felipe Jerez Moliner. Faximil Edicions Digitalis; Valencia, 2003.

THE POWER OF IMAGES IN EARLY MODERN SCIENCE. Dirigido por Wolfgang Lefèvre, Jürgen Renn y Urs Schoepflin. Birkhäuser Verlag; Basilea, 2003. RENAISSANCE ASTROLABES AND THEIR MAKERS, por Gerard L'E. Turner. Ashgate; Aldershot, 2003. DAS ALCHEMIEHANDBUCH DES APPENZELLER WUNDÄRZTES ULRICH RUOSCH, por Rudolf Gamper y Thomas Hofmeier. Schwabe & CO AG; Basilea, 2002.

REWORKING THE BENCH. RESEARCH NOTEBOOKS IN THE HISTORY OF SCIENCE. Dirigido por Frederic L. Holmes, Jürgen Renn y Hans-Jörg Rheinberger. Kluwer Academic Publishers; Dordrecht, 2003.

EMBRYOS IN WAX. MODELS FROM THE ZIEGLER STUDIO, por Nick Hopwood. Institute of the History of Medicine; University of Bern. Berna, 2002.

Sin mediar palabra, el profesor iniciaba las clases de física de aquel duro curso "selectivo" trazando sobre el encerado, con pulso firme, un sistema de coordenadas cartesianas. Por entre las rectas ortogonales, a modo de pórtico, entrábamos en el mundo de la ciencia. Las lecciones del primer año de universidad moldeaban los engramas de todos los alumnos, no importa que, luego, se optara por la carrera de química, de biología, de geología, de exactas o de física. El camino se había marcado. Para entender había que ver primero. Al fin y al cabo, lo uno es prolongación de lo otro, según nos enseñaron ya los griegos... Y demostró, por citar uno reciente, Richard Feynman con sus famosos diagramas entre partículas ¿Cabe una exposición más nítida y elegante que esas líneas zigzagueantes?

A la importancia científica de las imágenes le ha dedicado el maestro López Piñero numerosos escritos, algunos de ellos recogidos en las distintas partes de este *Atlas Histórico de la Ilustración Anatómica*. Cumple en ellas lo que considera mester ideal: "el estudio de las ilustraciones médicas exige, para empezar, conocer los saberes mor-

fológicos, la mentalidad artística y las técnicas gráficas vigentes en cada momento y, a continuación, analizar desde una perspectiva interdisciplinar los condicionamientos socioeconómicos y el *Denkstil* de las fuentes, es decir, sus conceptos fundamentales y supuestos básicos". Podemos generalizar esas notas a los distintos campos de la ciencia. Es lo que se propone, acotado al alba de la época moderna, *The Power of Images in Early Modern Science*.

Por rémora histórica antaño y hoy por presión neopositivista que lo reduce todo al lenguaje, no hemos caído en la cuenta de que el conocimiento científico entraña una estructura más compleja y profunda que la derivada del examen textual. Desde el arranque de la ciencia moderna, las imágenes han mediado, además, entre el saber teórico y su aplicación práctica, entre las leyes que constituyen el objeto de una disciplina y su encarnación técnica. Evidente, en el caso de la mecánica.

La teoría física predominante en los inicios de la modernidad se basaba en Aristóteles, con su distinción entre movimiento natural y movimiento violento. De acuerdo con la interpretación canónica, el co-

mienzo de la trayectoria de un proyectil representa la parte violenta; su final, la parte natural de un movimiento que tiende hacia el centro de la tierra. La transición de la parte violenta a la natural se consideraba un movimiento mixto de ambas. Leonardo da Vinci, dependiente de esa premisa teórica, dibujó las características generales de diversas trayectorias que pretendía conformes, también, con las aportaciones de los ingenieros. Estos y los artilleros sabían que la forma de la trayectoria del proyectil no era simétrica. Sobre la hipótesis dinámica de que el proyectil alcanzaba el punto culminante de su trayectoria al final de su movimiento, Leonardo representó disparos de fuerza igual y alturas diferentes. Su exposición dinámica del movimiento del proyectil implicaba que el recorrido descendente tenía que ser más corto y más curvo que el recorrido ascendente.

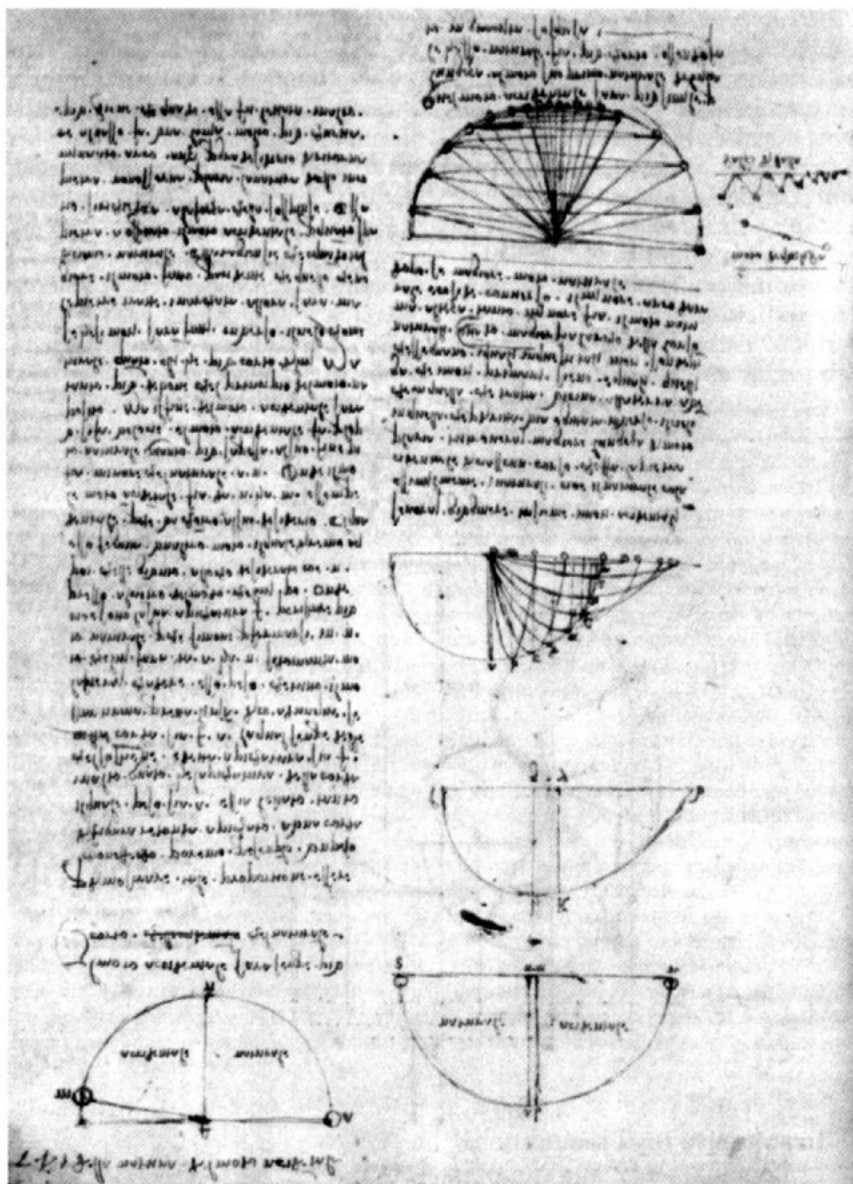
A comienzos del período moderno, el desarrollo de útiles para generar mecánicamente curvas complejas cuestionó la restricción a la que obligaba el uso de regla y compás. Las secciones cónicas adquirieron una importancia práctica central. Guidoaldo del Monte, uno de los colaboradores más estrechos de Galileo en cuestiones de mecánica, esbozó dos métodos prácticos para construir una hipérbola: uno con un instrumento, el otro con hilos. Lejos de constituir un ejemplo aislado, asistimos a una eclosión de proyectos y técnicas de construcción cada vez más refinadas que se proponen dar respuesta a los nuevos desafíos que plantea la balística o la arquitectura naval, las dos nuevas áreas de interés en una Europa en permanente lucha y deseosa de dilatar sus horizontes con los descubrimientos geográficos.

La composición y transformación de la materia constituye otro dominio de la ciencia moderna de suma eficacia plástica. Los alquimistas, dedicados a su inquisición, se valieron de las imágenes y simbolismos para exponer una doctrina química

1. Regla geométrica para explicar la variación de una trayectoria, según Leonardo da Vinci.

teñida de recursos astrológicos. Para aprehender su significado, repárese en *Splendor solis oder Sonnenglantz*, un tratado del siglo XVI que nos describe las principales etapas de la piedra filosofal, enriquecido con 22 ilustraciones arquetípicas. Observamos así la tierra fétida, imagen de la putrefacción: con la liberación del fango se nos indica que, para que se produzca la transmutación, hay que extraer el principio espiritual del corpóreo. Las piernas negras y el cuerpo son la representación de la *nigredo*, de la putrefacción. El brazo blanco simboliza el *albedo*, a través del cual es necesario pasar para alcanzar la *rubedo*, o transmutación. Los colores encierran, pues, un simbolismo iconográfico alquímico. El color púrpura del ángel es la imagen de la salvación, de la piedra filosofal. Si el tema del vaso animado, o matriz, constituye uno de los epígrafes recurrentes de la alquimia, la secuencia de siete vasos que nos ofrece *Splendor solis* señala, con el guarismo, "tantas veces cuantas sea necesario hasta obtener el resultado deseado". Cada vaso se introduce a través de un tema astrológico. Siete son las deidades astrológicas que habitaban el Olimpo de la alquimia. El dios que simbolizaba el planeta y el metal correspondiente aparecen retratados en la cabecera de la miniatura. Júpiter, por ejemplo, corresponde al estaño, a la sublimación y al calor gracias al cual los metales toman forma en las entrañas de la tierra. Flota sobre el vaso en el que luchan tres aves con los colores de la piedra (negro, blanco y rojo).

No hay una alquimia, sino muchas, casi tantas como alquimistas y como investigadores de la alquimia. En uno de sus sentidos, la alquimia era el camino que conducía a la perfección y a la eternidad: el arte de liberar partes del cosmos de su existencia temporal y alcanzar la perfección que, para los metales, era el oro y, para los hombres, la longevidad, luego la inmortalidad y, por fin, la redención. De ese modo, la alquimia se erigía en la principal de las artes (*ars magna*), la sa-



grada por excelencia (*ars sacra*), la ciencia oculta (*scientia secreta*, *scientia arcana*). Así persiste en la centuria siguiente (*Das Alchemiehandbuch des Appenzeller Wundärztes Ulrich Ruosch*). El tratado sobre alquimia de Ulrich Ruosch (1628-1698) es un genuino "manual", con ilustraciones a todo color, pulcras. Sus cosmogramas y microcosmogramas anudan las relaciones entre planetas y metales, así como de los efectos de las potencias cósmicas en el mundo de los cuatro elementos, los doce meses, las siete virtudes, los siete planetas, números y letras. En el círculo, figuración de la perfección divina, se inscriben los cuatro elementos, planetas y metales, signos del zodiaco

y el propio alfabeto cabalístico. Se representan también los animales de simbolización alquímica: dragón, basilisco, salamandra y ave fénix, entre otros, pueblan las retortas y libran la lucha entre la concordia y la discordia.

Contrasta la brevedad del manual de ese médico y boticario con la extensión habitual de los libros impresos de alquimia precedentes. Las diez primeras y las seis últimas páginas son de papel y detallan recetas alquímico-médicas; en medio, 40 en pergamino que compendian el núcleo de la doctrina. La ilustración de una capilla con un monje en su interior abre la puerta a la figuración de las virtudes (*pietas, fides, spes, iustitia, pruden-*

tia, temperantia, fortitudo y patientia). El trabajo del alquimista se va detallando a través de pinturas de los distintos procesos: *solutio*, *amalgamatio*, *putrefactio*, *distillatio*, *calcinatio*, *coagulatio*, *granulatio*, *ceratio*, *transmutatio*, *fiatio*, *multiplicatio*, *tinctura*. Añádase el horno del alquimista, los “instrumentos del conocimiento”, la mesa de sacrificio. Esa ciencia arcana recurría a distintas correspondencias entrañadas en las propias palabras. Por ejemplo, vitriol, que denotaba, para el iniciado, “color”. En cohe-

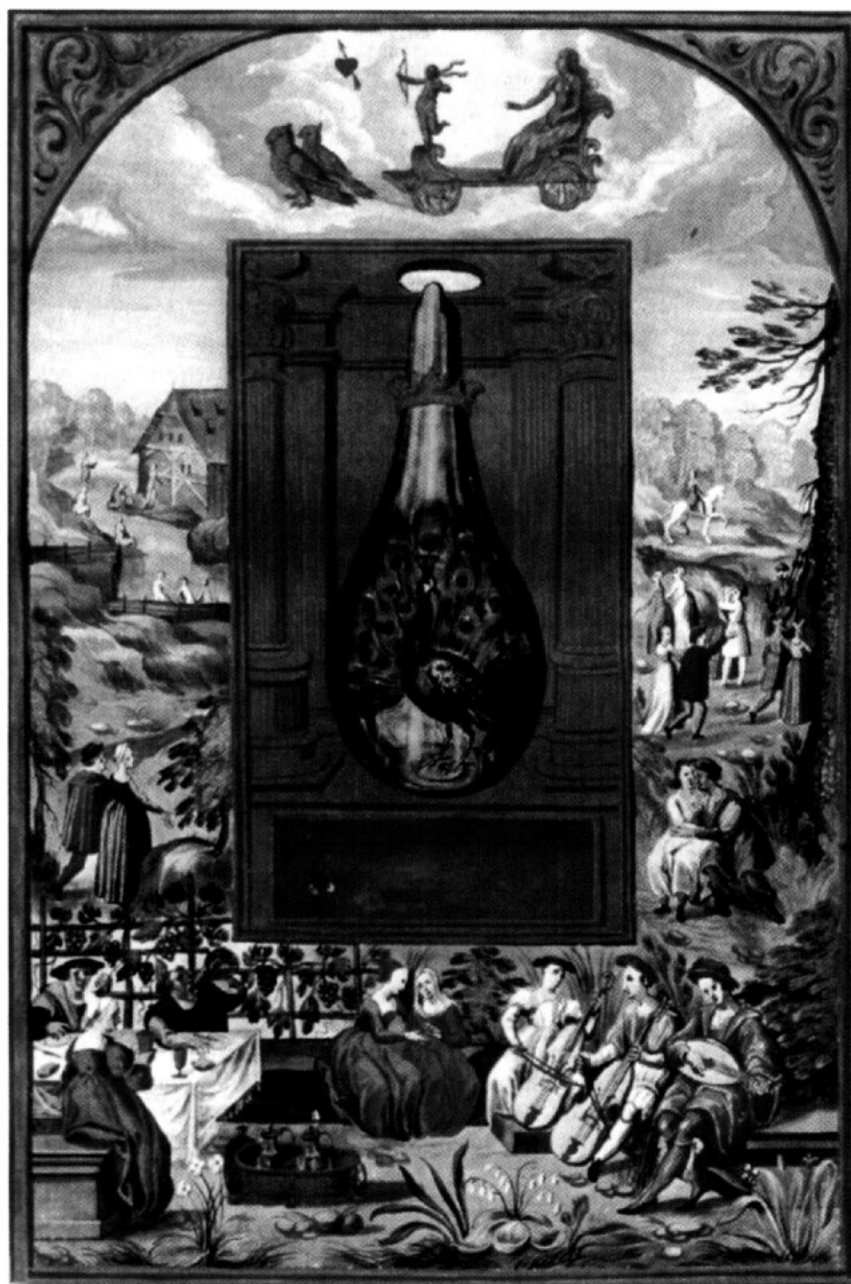
rencia, las letras escondían, a su vez, desde el propio fin de la alquimia (“*visita interiora terrae rectificando invenies occultum lapidem*”) hasta los colores (v por dorado, i por plateado, t por gris, r por rojo, o por verde y, finalmente, l por negro).

Por lo que concierne a la medicina y a la biología, las dos representaciones de partida serán la de Andrés Vesalio y la de Leonhard Fuchs. Ciñéndonos al inicio de la ciencia moderna, expone López Piñero que la anatomía humana descriptiva fue la primera disciplina que se inde-

pendizó del galenismo. Vesalio funda la enseñanza y la investigación en la disección de cadáveres; en 1543 publica su magna anatomía, *De humani corporis fabrica* (Sobre la construcción del cuerpo humano), embellecida con un elenco de ilustraciones grabadas en madera y atribuidas a un discípulo de Tiziano. La doctrina vesaliana fue traída a España por sus discípulos Luis Collado y Pedro Jimeno. Tomadas, en su mayoría, de las xilografías del tratado vesaliano, Juan Valverde de Amusco publicó en su tratado anatómico de 1556 sus ilustraciones grabadas en cobre; si bien, junto con innovaciones morfológicas, se agregan dibujos originales más atentos a la realidad del cuerpo humano. El maridaje entre progreso del conocimiento y refinamiento de las técnicas de impresión se reafirma a lo largo de la centuria siguiente con las calcografías de Pieter Paaw y los grandes anatomistas de la época (las de Thomas Willis fueron realizadas por el mismo Christopher Wren).

No anduvo la botánica a la zaga de la anatomía. Tras el esquematismo heredado de las pinturas medievales, la renovación incoada por la *De stirpium historia* de Fuchs transformará el conocimiento de la ciencia de las plantas. Lo que la disección era para Vesalio, es la herborización para el alemán. A la descripción pormenorizada de raíces, tallos, hojas, flores y frutos, seguirá una estampación fina de la morfología general del individuo que facilitará su identificación. Lo que dio en llamarse *ut pictura prosa*.

La representación del mundo en que se creía vivir, la concepción astronómica, cabalgaba también a lomos de una larga tradición iconográfica. Hoy sabemos que la cultura latina occidental acompañaba sus manuscritos con diagramas planetarios que permiten entender mejor una exposición escueta y obscura. Los diagramas planetarios tenían, ante todo, un fin didáctico. Misión que cumplía con mayor eficacia otro medio de representación distinto del libro, el astrolabio (*Renaissance Astrolabes and Their Makers*). Instrumento astronómico preeminente de la Edad Media y el Renacimiento, se trata de un modelo del universo que representa



2. Pavo real en el vaso.

los cielos con respecto al horizonte de un lugar determinado. En forma de disco plano de latón, divide su perímetro en 360 grados. Sostenido en vertical, se toma la lectura de la altitud solar o de la estrella. En su cara frontal hay una proyección estereográfica del globo terráqueo y del hemisferio celeste. El origen de la proyección estereográfica es casi siempre el polo sur; el plano de la proyección es el ecuador, apropiada para la latitud del observador; la focalización del sol o de la estrella se establece de acuerdo con la altitud medida. Así, la configuración del firmamento en el momento de la observación queda prefijada para diversos cálculos de astronomía o astrología, especialmente la división del tiempo durante el día o la noche. Constituía, pues, un computador analógico.

El astrolabio fue introducido en Europa a través de España por los árabes. Con la reconquista, su conocimiento penetró allende los Pirineos. Aunque el más antiguo que nos ha llegado procede del siglo nono y es islámico, existía una tradición bizantina, según demuestra un precioso ejemplar procedente de Asia Menor y que se fecha en 1062. El astrolabio de Europa occidental evolucionó desde esas fechas hasta comienzos del siglo XVII. A partir de entonces murió rápidamente sustituido por instrumentos muy superiores fundados en el telescopio y en mecanismos de precisión para dividir escalas graduadas. El astrolabio islámico siguió construyéndose en su forma tradicional hasta 1900. Con una persistencia tan dilatada en el tiempo, nos hallamos ante una fuente única de transmisión de cultura. Encierra un aluvión de información de todo tipo, matemática, astronómica, metalúrgica. De su interés social y económico nos hablan los talleres de Francia, Alemania, Países Bajos e Inglaterra en el siglo XIII.

Si en el Medievo cumplía una función obvia en la enseñanza de la astronomía, en la vigilia del Renacimiento esa función se institucionalizó con la multiplicación de las universidades. Se apoyaron éstas en el astrolabio del Regiomontano. Durante el siglo XVI algunos astrolabios grandes (de 50 a 80 cm de diámetro) se construyeron con suma

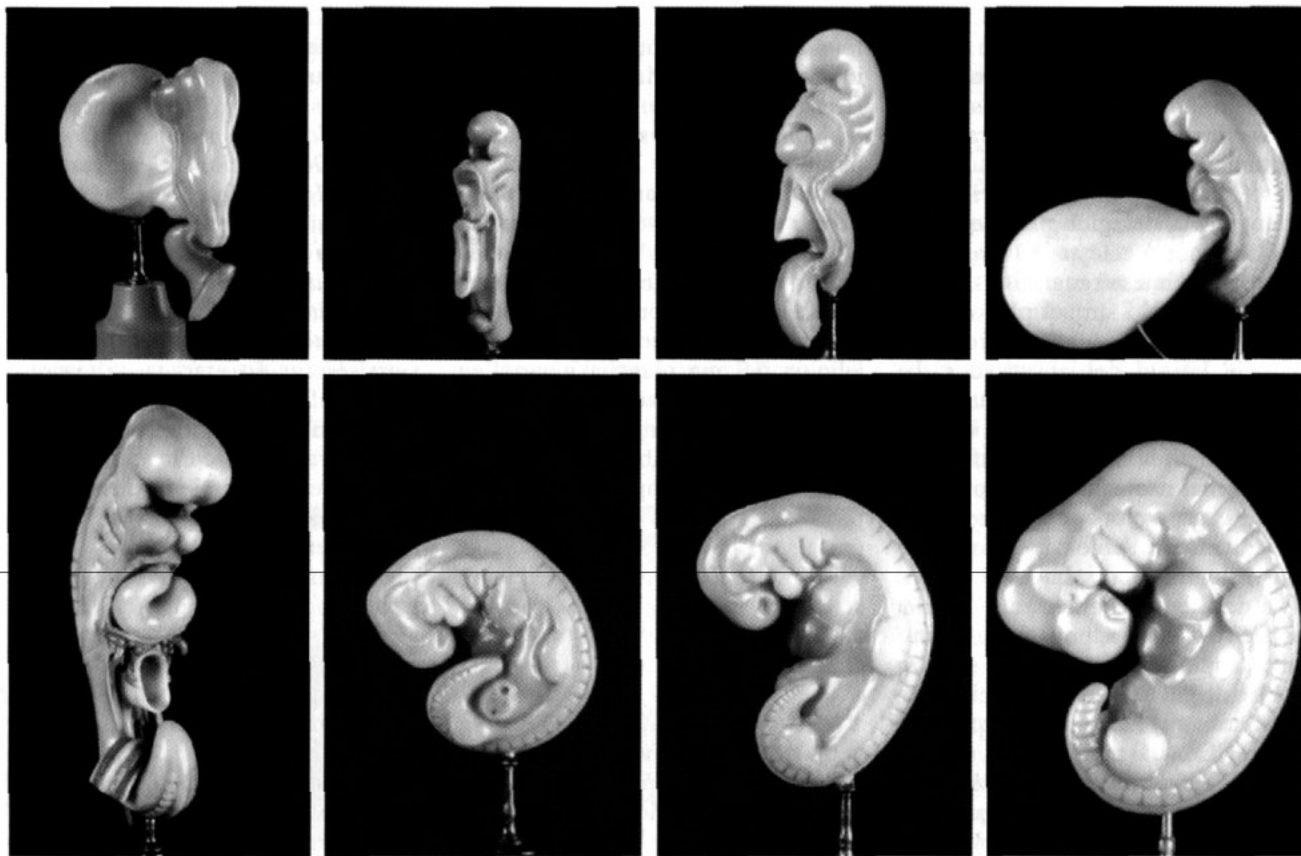
precisión para destinarlos al cálculo. Fue también entonces cuando se incorporaron las planchas cartográficas. Gozó a este respecto de notable éxito la exposición de un mapamundi circular en proyección estereográfica polar, publicada por Pedro Apiano (1495-1552) en su *Cosmographia* de 1524. A través de los esfuerzos de Gemma Frisius (1508-1555), el libro fue reimpresso y traducido a diversos idiomas. La adición de una plancha geográfica convirtió al astrolabio en una imagen cabal del mundo. Pero la suerte del astrolabio cambió con la teoría copernicana. El empleo del telescopio y sus primeros frutos en las representaciones del *Sidereus Nuncius* galileano remata, en esa fase inicial, con la distribución global de los vientos esquematizada por Halley, que alumbra así la nueva ciencia de la climatología.

Menos atención hasta ahora se venía prestando a la función que las imágenes desempeñan en el proceso de creación científica del propio investigador (*Reworking the Bench. Research Notebooks in the History of Science*). De hecho, éste es el primer libro que aborda la cuestión *in extenso* a través del estudio de figuras decisivas en la evolución del conocimiento. Las notas o apuntes, los "garabatos", resultan determinantes para hacerse una idea cabal de lo que pasaba por la mente del científico. Los artículos o libros publicados, con sus esquemas y diagramas finales, no son más que la decantación última que nos ceta, en ocasiones, las dudas, las vías cerradas y los fracasos. Pero en otras facilitan su exacta interpretación. Sabemos así, por ejemplo, que Galileo realizó, con toda verosimilitud, los experimentos que describía en sus obras impresas. Para él, además, la trayectoria del proyectil se hallaba relacionada con otra curva que erróneamente pensó que era mucho más fácil de entender. Frente a lo que se ha venido afirmando, admitía una estrecha conexión entre la trayectoria parabólica y la catenaria.

A partir del cuaderno de laboratorio de George Starkey, que influyó en Robert Boyle, se nos revela la pulcra habilidad química de su redactor. Anotaba sus apuntes con rótulos marginales, "normalizados".

No se trata de las "recetas" y "NB" típicas de los códigos alquímicos, sino de un compendio sintético de conceptos básicos: *Processus conjecturalis*, *Conclusio probabilis*, *Quaere*, *Proba*, *Observatio*, *Animadversio* e incluso *Ignis refutata*. Estas entradas formularias evocan la *quaestio disputata* escolástica y sus divisiones en *quaestio*, *responsio*, *oppositum*, *dubitatio*, *argumentum quod sic*, *argumentum quod non*, *refutatio* y *vera solutio*. La entrada correspondiente al 29 de agosto de 1653 lleva al margen la indicación "preparación expeditiva del mercurio antimonial". Bajo ese encabezamiento describe un proceso de calentamiento de 23 onzas de mercurio, mezclado con 11 onzas de antimonio, para crear una amalgama con la adición ulterior de plata. Tras una descripción del experimento, Starkey aporta una lista numerada de *probabilitates* en torno al experimento. Creía que el antimonio era una suerte de materia primordial a partir de la cual podían extraerse otros metales. Hay docenas de experimentos en su cuaderno sobre su intento de formar metales de ese modo.

El abundante registro de sus sucesivos esfuerzos por resolver los problemas de la mecánica terrestre y del movimiento planetario dejados por Isaac Newton aportaron materiales para decenios de interpretación histórica, que no ha terminado. La hoja que nos ha llegado de sus experimentos sobre la difracción revela que, para Newton, teorizar, experimentar y redactar formaban parte de un mismo proceso: procedía del borrador al experimento y luego a la deducción de nuevas leyes, para volver, de nuevo, al borrador, etc. Los datos adquirían para él significado sólo en el seno de una secuencia de experimentos y mediciones y en un amplio contexto que explicaba los fenómenos y sus propiedades. Para sorpresa de muchos, pese a la denuncia reiterada de las hipótesis ("hypotheses non fingo"), la investigación óptica, experimental de Newton estaba motivada en parte por las hipótesis. Tras establecer un modelo físico, matematizable, lo aplicaba para acometer experimentos, deducir leyes, controlar sus mediciones y, en general, concebir los fenómenos.



3. Anatomía de embriones humanos, modelos de Friedrich Ziegler.

Desde mediados del siglo XVIII, existió en Europa el arte de la ceroplastica anatómica que alcanzó su cenit cuando, en el ecuador de la centuria siguiente, se acopló con la embriología (*Embryos in wax*). Este medio de transmisión científica, independiente del texto, habría de desempeñar un papel fundamental en la difusión del darwinismo haeckeliano. Pero la embriología constituía desde tiempo atrás el yunque de la teoría biológica. La tesis aristotélica del desarrollo gradual del organismo, o epigénesis, persistió hasta bien entrado el siglo XVII. Instada por la observación microscópica apareció la doctrina preformacionista, en su doble vertiente, ovista o espermatozocista. La polémica, un denso capítulo de la historia de la ciencia, no se dirimió hasta comienzos del siglo XIX con los trabajos de Karl Ernst von Baer y el posterior desarrollo de la teoría celular. Tuvo ello su reflejo en los primeros atlas, como el de Rudolf Wagner, *Prodromus historiae generationis hominis atque animalium* (1836), que compara el óvulo humano con los de

otras especies animales, y, más desarrolladas, las *Recherches anatomiques et physiologiques sur le développement du fœtus* (1850), de A. Baudrimont.

Del atlas se pasa a la modelización tridimensional. Italia tenía una larga tradición ceroplastica, aplicada a usos docentes en la que se inspiraron otros países. En 1847, Hermann von Meyer, profesor de anatomía de Zurich, presentaba en cera y en estearina varias series de modelos embriológicos esquemáticos. En Francia, Louis-Thomas-Jérôme Auzoux había abandonado la cera por el método del "papier-mâché". En Gran Bretaña, Joseph Kahn creaba su propio museo anatómico. ¿Cuál era la situación en Alemania, patria del más respetado de los artistas, Adolf Ziegler? Había nacido éste en 1820 en Mannheim. Se familiarizó con la ceroplastia en Viena. Tras una breve docencia en Friburgo, trabajó, en la Universidad Carolina de Praga, con Jan Purkinje, en anatomía fina de la piel. De nuevo en Friburgo, luego de un viaje a París para conocer nuevas técnicas, trabajó la sección ocu-

lar en cera y cristal e inició una serie sobre el desarrollo del corazón del pollo. Con Alexander Ecker, a quien debía su instalación académica, recogían embriones procedentes de abortos, para crear con mayor fidelidad sus prototipos. Andando el tiempo, Ziegler se independizó y suministró embriones de animales y humanos a la mayoría de las universidades y museos de Europa. (Le sucedió su hijo, Friedrich.)

Por entonces Ernst Haeckel, defensor del darwinismo desde su cátedra de Jena, renovaba la teoría del paralelismo y establecía su famosa ley de la recapitulación (el desarrollo del embrión recorre las etapas evolutivas de las especies). Al carecer de fósiles para los distintos eslabones sueltos, se creyó ver la luz en la embriología. Adolf Ziegler vino también en su apoyo a propósito de la gastrulación. No empaña ese episodio la huella que dejó en el avance de la embriología comparada, no tanto por su propia investigación, cuanto por su revelación plástica.

—LUIS ALONSO