

## 6. La institucionalización de la ciencia en el siglo xvii

Durante el siglo xvii tuvo lugar un importante desarrollo económico, impulsado por la explotación de recursos naturales como minerales y especias en ultramar. Se estableció una relación directa entre los avances científicos (navegación, minería, botánica) y el bienestar económico. La creación de iniciativas comerciales y urbanísticas fue más intensa en Centroeuropa (norte de Italia, Países Bajos, Alemania), lo que llevó a un desplazamiento del «centro de gravedad» desde el entorno mediterráneo.

Se sentaron las bases para la institucionalización de la ciencia, destacando el surgimiento de sociedades científicas privadas y estatales, así como las primeras publicaciones científicas periódicas. Metodológicamente, triunfaron las demostraciones en el campo de la divulgación, y la experimentación en el de la investigación. En el desarrollo de la biología asistimos a la consolidación de fabricantes de instrumentos, afiladores de lentes y diversos tipos de «artesanos superiores», cuya importancia fue crucial para el desarrollo de métodos empíricos. En su *Discurso del Método*, Descartes negó el valor del juicio sensorial frente al razonamiento, mientras que Galileo enseñó a los científicos a observar directamente la naturaleza, basando su conocimiento en la experimentación y evitando las divagaciones de la razón.

Muchos criticaron la ortodoxia escolástica anterior en la que se había convertido la filosofía natural (o «física») aristotélica por considerar que no prestaba suficiente atención a las lecciones de la experiencia. Por ejemplo, en Inglaterra, Francis Bacon, un abogado y político de renombre, pese a que no fue un pionero en ningún campo de la investigación, se convirtió en el principal promotor del progreso en Europa por sus reflexiones sobre la exploración y la experimentación. El principal manifiesto sobre la investigación científica de Bacon fue su *Novum Organum*, concebido para acabar con el *Organon* (la lógica aristotélica) y apostar por la investigación experimental. No consideraba imposible el que, si se seguía enérgicamente en la línea científica que él proponía, los hombres alcan-

zarían rápidamente tal profundo conocimiento de los secretos de la naturaleza, que su poder sobre ella se volvería prácticamente ilimitado<sup>168</sup>. En su utopía *La Nueva Atlántida* (póstuma, 1627), intentó demostrar cómo una visión empírica del mundo podría transformar toda una sociedad.

Según la historiadora Patricia Fara, Bacon instaba a los reformadores a dejar atrás la seguridad del saber clásico sin limitar el mapa del intelecto a los descubrimientos y angostas fronteras de los antiguos<sup>169</sup>. Abogaba por la importancia de la información obtenida de la naturaleza y la necesidad de recopilarla, publicarla y explotar su uso práctico. Defendió la cooperación, la comunicación y el apoyo estatal para una construcción completa del conocimiento humano. Thomas Sprat, obispo de Rochester, explicaba que en los libros de Bacon se encontraban los mejores argumentos para la defensa de la filosofía experimental; desde sus publicaciones contribuyó al debate sobre la importancia de los instrumentos en la investigación científica, al defender su uso para recopilar datos como parte de su enfoque inductivo.

Dentro de este enfoque del fomento de los instrumentos se dispusieron matemáticos (los más antiguos, de medida), físicos (de observación) y filosóficos, aquellos inventados por filósofos naturales para experimentar e incluso alterar las condiciones naturales, como la bomba de vacío o las máquinas eléctricas.

La nueva forma de abordar el conocimiento natural implicaba el uso del laboratorio; esto fue institucionalizado en muy pocas universidades para finales del siglo xvii, siendo el ejemplo más notable la Universidad de Leiden que ya disponía de un jardín botánico y un teatro anatómico, entre 1590 y 1636, dedicados a la enseñanza clínica. Pero dio un paso más allá al establecer un laboratorio químico en 1669, abriendo camino a la experimentación<sup>170</sup>.

## 6.1. Desarrollo de sociedades científicas

La primera mitad de siglo xvii fue una continuidad del Renacimiento, quizá uno de los elementos más relevantes fue la incipiente creación de sociedades y academias científicas. Estas tuvieron una característica fundamental y es que

<sup>168</sup> Benjamin Farrington, *Francis Bacon, filósofo de la revolución industrial* (Madrid: Editorial Ayuso, 1971), 125.

<sup>169</sup> Fara, *Breve historia de la ciencia*, 201.

<sup>170</sup> Pamela H. Smith, «Laboratories», en *The Cambridge History of Science. Volume 3: Early Modern Science*, ed. por Katharine Park y Lorraine Daston (Cambridge University Press; 2008), 304.

editaron por primera vez las revistas periódicas, que fueron, en adelante, el medio de comunicación científica por excelencia en ciencia.

### 6.1.1. La Accademia dei Lincei

En 1603 Federico Cessi (1585-1630) inauguró la Accademia dei Lincei, compuesta entre 20 y 30 personas con intereses en el mundo natural. Todo ellos compartían la creencia de que ese trabajo debía de ser libre y no estar constreñido por ninguna cortapisa religiosa, ideológica o política. Tenían una especie de orgullo corporativo arraigado de pertenecer a una élite intelectual y empezaron a diseñar una serie de procedimientos o protocolos para ver o aceptar a los nuevos miembros que incorporaban, y a favorecer una política de transmisión de ese conocimiento. Ese sentido corporativo se tradujo en usos institucionales concretos: pautas para nombramiento de socios, diseño de una política editorial o de divulgación, etc.

Los trabajos de la Accademia dei Lincei fueron los primeros de una editorial que podríamos llamar exclusivamente científica; con el sello de su sociedad vio la luz un trabajo sobre la descripción de las abejas: *Apiarium*<sup>171</sup>, también algunas obras de Galileo, una serie de prescripciones a cargo de Giovanni Faber (figura 26) y los comentarios a la obra de Francisco Hernández, médico de Felipe II que viajó al virreinato de Nueva España para estudiar las plantas del Nuevo Mundo. La producción asociada a la Accademia dei Lincei se conoce solo en parte, pero esta aportó al conocimiento del mundo natural un nuevo panorama, un nuevo universo de recursos vegetales con aplicaciones de gran interés. Desgraciadamente la Accademia dei Lincei, a partir de la muerte de Cessi y del inicio del proceso inquisitorial a Galileo, empezó a decaer y a desaparecer.

Poco después, apareció la Accademia de Cimento, fundada por discípulos de Galileo, con apoyo de Leopoldo y Fernando di Medici (oligarca de Florencia). Estos académicos se reunían en el Palazzo Pitti, donde disponían de laboratorio y talleres (espacio dual educativo y de investigación). Al igual que la Accademia dei Lincei publicaron sus investigaciones en una revista denominada *Saggi di Naturali Esperienza* (1667).

<sup>171</sup> El primer registro de observaciones microscópicas apareció en el libro *Apiarium* en 1625. Federico Cesi y Francesco Stelluti describieron la anatomía de las abejas, las ilustraciones de microscopía se publicaron cinco años después en el libro *Persio* de Stelluti. La disposición de las abejas en su ilustración refleja el trío de abejas presente en el escudo familiar del cardenal Barbarini, también conocido como el papa Urbano VIII.



**Figura 26. Portadas de varias publicaciones de la Accademia dei Lincei: un texto de Galileo sobre las manchas solares, la portada del *Persio* de Francesco Stelluti dedicado al cardenal Barberino y las prescripciones de la academia firmadas por Giovanni Faber en 1624; en todas se aprecia el sello de la academia con el símbolo del lince. Fuente: Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology.**

### 6.1.2. La Royal Society de Londres

El fenómeno de las academias no fue exclusivo de Italia, ya en 1660 apareció la Royal Society of London, formada en principio como grupo de investigadores o curiosos para discutir las obras de Francis Bacon.

Entre 1650 y 1669 personajes como Robert Boyle, Christopher Gren, arquitecto de la catedral de Saint Paul de Londres, o Robert Hooke se reunieron periódicamente en la Universidad de Oxford, en un encuentro semanal para intercambiar sus opiniones y experiencias. Esa reunión más o menos informal como Oxford Philosophical Club obtendría el patrocinio real y pasaría a denominarse Royal Society of London para el implemento del conocimiento natural. La visión de Francis Bacon sobre una ciencia relevante para la sociedad y practicada por estudiosos en contextos cívicos fue desarrollada aún más por la recién creada Royal Society.

Lo que nació siendo, en principio, una reunión de amigos o curiosos pasó a tener un presupuesto real para continuar sus trabajos, e incluso tendría el encargo real de publicar libros (con permiso de la corona). La autoridad real no solo le daba entidad a la reunión de sabios, sino que también permitía publicar en su nombre, como el tratado *Micrographia* de Robert Hooke del que

nos ocuparemos más adelante. En 1665 comenzó la publicación de las *Philosophical Transactions of the Royal Society*, revista de información científica que hoy en día sigue existiendo<sup>172</sup>. Es un ejemplo de cómo se consolida un mecanismo de transmisión del conocimiento a través de revistas y publicaciones científicas.

Esta tradición que consolidaron los ingleses a lo largo del xvii se imitó con la Academia de las Ciencias francesa. En este caso era la propia corona la que promovía la formación de la academia y la que pagaba a sus académicos, asalariados del rey y a su servicio como órgano consultivo para cuestiones técnicas y científicas de la época: definir planes de obra pública, analizar procesos metalúrgicos, procedimientos de navegación, de geodesia, mediciones, etc. De forma que con el tiempo esta academia terminó siendo una especie de órgano de la administración real francesa. Terminaría por constituirse también en un centro de formación donde se pensionaba a varios investigadores jóvenes para mejorar su formación. Siguiendo el mismo esquema que la Royal Society de Londres, la Academie française editó su propia revista con diferentes títulos y periodicidad irregular.

En definitiva, a lo largo de este siglo se consolidó la idea de las asociaciones o sociedades científicas y las revistas como medio de difusión y transmisión del conocimiento.

## 6.2. Harvey y el desarrollo de la fisiología experimental

Los sucesores de Vesalius modernizaron la anatomía en toda Europa, pero la Universidad de Padua siguió siendo la más importante de las escuelas médicas. Los políticos locales gestionaban la universidad como un negocio, contratando a los mejores profesores, que a su vez atraían a acaudalados estudiantes extranjeros.

Con una buena base en conocimientos de anatomía, William Harvey (1578-1657) se preguntó por el funcionamiento de la sangre y el corazón. Después de haber realizado sus estudios iniciales en Cambridge, Harvey se trasladó a Padua durante un par de años, en donde tuvo como profesor a Girolami Fabrici. A finales del siglo xvi, Padua poseía un anfiteatro anatómico excepcionalmente

<sup>172</sup> *Philosophical Transactions of the Royal Society* es una de las primeras y la más antigua revista científica del mundo en activo. Fue lanzada en marzo de 1665 por Henry Oldenburg (ca.1619-1677), primer secretario de la sociedad, que actuó como editor y redactor.

equipado, iluminado por velas y con filas de asientos dispuestos en círculo alrededor de la mesa de disección en posición central, para que todos pudieran gozar de una buena visión. Como había hecho Vesalius cincuenta años antes, los profesores de anatomía exhortaban a sus estudiantes a mirar al pasado.

De vuelta a Londres, Harvey llegó a la cúspide de la profesión médica. Con la importación a Inglaterra de los métodos de Padua, empezó a rechazar ciertos aspectos del galenismo que no se habían modificado hasta entonces. Vesalio fue uno de los primeros que se levantó contra una parte concreta de la teoría galénica; puso en duda la existencia de esos orificios que nadie conseguía descubrir en el tabique interventricular que es tan espeso, duro y compacto como el resto del corazón. Esta rebelión del observador contra una tradición milenaria solo encontró incredulidad y desprecio.

En la tradición galénica se consideraba al hígado como el órgano formador de la sangre y que la sangre no circulaba por el organismo, se pensaba en un sistema abierto en el que la sangre y el aire simplemente se disipaban en los extremos de venas y arterias. En el sistema galénico la sangre no circulaba, sino que fluía y refluía lentamente. Este punto de vista estuvo vigente hasta que, en 1628, Harvey publicó su tratado *On the Motion of the Heart and Blood in Animals*, mediante la incipiente experimentación y la lógica deductiva demostró que las arterias y las venas están funcionalmente conectados en el pulmón y los tejidos periféricos. Sustituyó el modelo doble de Galeno por un sistema único, y estableció que el corazón hace circular continuamente la sangre por el cuerpo, por lo que esta circula.

Harvey se benefició de observaciones clave por parte de sus predecesores, como la insistencia de Vesalio en no encontrar comunicación en el sistema interventricular, la existencia de las válvulas venosas descubiertas por Fabrici, y el descubrimiento de Colombo del tránsito pulmonar. Sin embargo, en lugar de integrar estos descubrimientos en un marco galénico, Harvey los utilizó para apoyar una nueva teoría de la circulación sanguínea. Se dio cuenta de que la observación, aunque era clave para la investigación, debía ir seguida de la formulación de una hipótesis. La validez de esa hipótesis, a su vez, requería de experimentos repetitivos y dirigidos. En este sentido, Harvey aplicó una fórmula muy similar a la del método científico actual.

Observó por medio de ligaduras el trabajo de las válvulas venosas que impiden el retroceso de la sangre e hizo pequeños experimentos para comprobar su hipótesis. Harvey empleó dos tipos de ligaduras (torniquetes) en el brazo. La primera era una ligadura apretada, que se usaba para detener el flujo de sangre durante amputaciones, que comprimía tanto las arterias como las

venas, lo que provocaba la pérdida de pulsaciones más allá de la ligadura. La otra era una ligadura de tensión media, que se utilizaba clínicamente en las sangrías y comprimía las venas pero no las arterias, de modo que se podía palpar el pulso arterial distalmente<sup>173</sup>.

### 6.3. La invención del microscopio

Las ayudas técnicas han ejercido una influencia duradera en la cultura humana. A partir del siglo xvii surge una ciencia instrumental que se apoya en nuevos dispositivos, entre los cuales destaca, en el ámbito de la biología, el microscopio. Este instrumento abrió un universo completamente nuevo al espíritu humano inquisitivo. Así como el telescopio amplió nuestro conocimiento del macrocosmos, las lupas y los microscopios revelaron la estructura íntima del mundo: las pequeñas criaturas y aquello que el ojo humano no puede percibir. La conquista del microcosmos impulsó el extraordinario desarrollo de las ciencias naturales, especialmente durante el siglo xix, un periodo en el que estos avances también contribuyeron significativamente al progreso de la medicina.

Hay que llegar a la figura de Galileo para contar con un primer microscopio utilizable. Es cierto que a menudo se atribuye el primer microscopio compuesto a los creadores de lentes (*Brillenschleifer*) holandeses Hans y Zacharias Jansen de Middelburgo en la década de 1590. Pero esta afirmación parece estar envuelta en seria discusión.

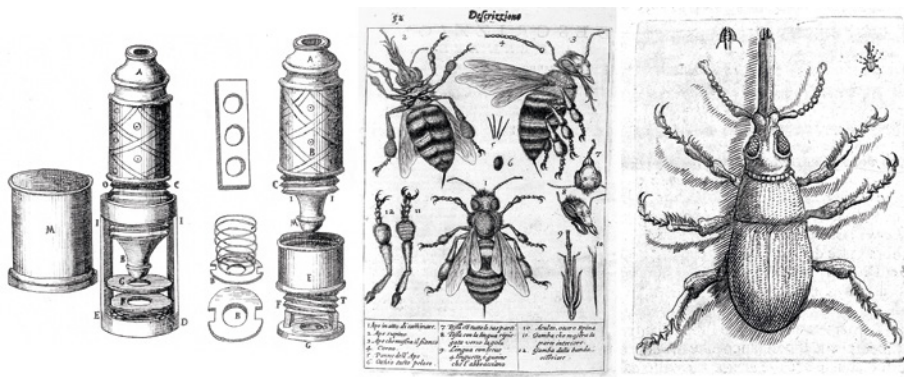
Para la historia de la ciencia o para la enseñanza de la biología no tiene más relevancia saber quién lo hizo; lo que interesa saber es que, a lo largo del siglo xvii, se consolidó esta invención y su uso con dos tipos de instrumento: el microscopio simple, que es poco más que una lupa, con una imagen directa, y el microscopio compuesto, con dos lentes y una imagen invertida. Sí nos interesa esta polémica desde el punto de vista de la competencia o de la prioridad del descubrimiento.

Sabemos, gracias al escocés John Wodderborn, que Galileo (1564-1642) ya en 1610 había creado un instrumento con el cual podía observar con gran precisión los órganos, los movimientos y el comportamiento de los animales más pequeños. Galileo comunicó el ingenio del *occhialino* (pequeño lente) en el

<sup>173</sup> William Cameron Aird, «Discovery of the cardiovascular system: from Galen to William Harvey», *Journal of Thrombosis and Haemostasis* 9, n.º 1 (2011): 125.

*Saggiatore* en 1623 y a Federico Cesi, de la Accademia dei Lincei, en una carta en 1624, junto un *occhialino* para observar de cerca las cosas más pequeñas:

He contemplado con infinita admiración numerosos animales diminutos; por ejemplo, la pulga es absolutamente horrible, mientras que el mosquito y la polilla son muy hermosos. Con el mayor deleite he observado cómo las moscas y otros pequeños animales logran caminar sobre los espejos e incluso hacia arriba. Tendrá un campo vastísimo en el que podrá explorar mil y un detalles, y le ruego que me informe sobre las cosas más curiosas que descubra. En resumen, hay un infinito por contemplar ante la grandeza de la naturaleza<sup>174</sup>.



**Figura 27. A la izquierda, un grabado sobre uno de los primeros microscopios compuestos. Fuente: Biodiversity Heritage Library / Smithsonian Libraries and Archives. En el centro, la abeja estudiada al microscopio por Francesco Stelluti (1630), fue el primer grabado publicado que representaba un ser vivo y sus órganos observados al microscopio. A la derecha, un gorgojo del trigo estudiado al microscopio, también por Stelluti. Fuente: Stelluti, 1630, cortesía de Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology.**

El instrumento empezó a ser utilizado por aquellos interesados en el mundo natural. Como ya hemos comentado, la primera comunidad de investigación, la Accademia dei Lincei, fueron de los primeros en utilizar el microscopio como instrumento de investigación en numerosos estudios. Su secretario, el médico alemán Giovanni Faber<sup>175</sup>, contribuyó a la difusión del nombre *micro-*

<sup>174</sup> Penso, *La conquête du monde invisible*, 126.

<sup>175</sup> Giovanni Faber, también académico, quiso dar un nombre a la *lunette* de Galileo y, al escribir su obra sobre los animales mexicanos, anotó lo siguiente: *Microscopium nominare libuit*

*copium*, que probablemente fue acuñado por este círculo de estudiosos (figura 27). En los primeros momentos este nombre no se utilizó solo para la investigación con el microscopio compuesto, sino también para lupas simples.

Entre los pioneros más destacados en el campo de la investigación microscópica estuvieron el italiano Marcelo Malpighi (1628-1694) y el médico inglés Nehemiah Grew (1641-1712). Este fue un excelente anatomista vegetal, mientras que Malpighi fue un gran anatomista tanto en el reino animal como en el vegetal.

Malpighi estudió de forma intensiva con el microscopio, observó y analizó con detalle la estructura de la naturaleza de las plantas y describió sus formas de tejido fibroso y parenquimatoso. El médico italiano se dedicó también a la investigación microscópica en animales; por ejemplo, mostró la complicada estructura de los pulmones, del bazo, del hígado, etc. Aún hoy, el término «corpúsculos de Malpighi» hace honor a su trabajo. Al examinar el tejido pulmonar logró descubrir los capilares, siendo este el último eslabón en la cadena para evidenciar la teoría de la sangre de Harvey y dar coherencia a la teoría de que la sangre recorra el organismo. También describió en detalle las papilas de la lengua y las conectó con su función del sentido del gusto.

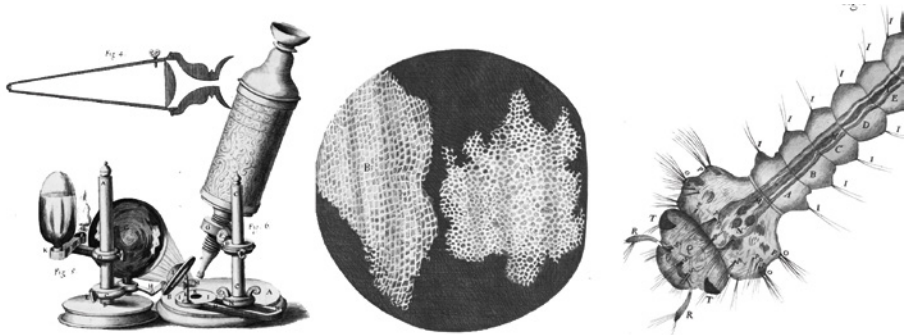
Por otro lado, Grew escribió un tratado de anatomía de plantas y evidenció en sus dibujos la estructura microscópica de los vasos del tallo de la raíz, también comenzó a describir con precisión los procesos de germinación. Otro pionero microscopista fue Jan Swammerdan que aplicó el microscopio simple al estudio anatómico de insectos, a las vivisecciones, muy elaboradas, de órganos succionadores y a la anatomía y metamorfosis de los insectos.

El inglés Robert Hooke construyó un microscopio compuesto provisto de un útil dispositivo de ajuste con rosca y con tubo inclinable entre el ocular y el objetivo. Además, existía una lente condensadora para lograr mejores condiciones de iluminación sobre el objeto, que recogía la luz procedente de una bola de cristal, aumentando la luz proveniente de una lámpara de aceite (figura 28).

Siendo secretario y conservador de experimentos de la Royal Society, Robert Hooke ideaba experimentos que pudieran presentarse a la sociedad en sus reuniones semanales. Hooke preparaba regularmente un espécimen microscópico y estos fueron tan bien recibidos que se le encargó un libro que recopilaba

(me complació llamarlo microscopio). La obra no vio la luz hasta mucho más tarde (en 1649), pero Faber envió el manuscrito a Federico Cesi acompañado de una carta fechada el 13 de abril de 1625.

ra las observaciones, ilustradas con grabados<sup>176</sup>. En 1665 se publicó *Micrographia*, fue el primer libro en inglés que ofrecía una descripción detallada e ilustrada del trabajo microscópico; llegó a ser un texto de referencia hasta final del siglo XVIII.



**Figura 28. De izquierda a derecha: microscopio compuesto de Robert Hooke; observación de un corte de la corteza de corcho mostrando el felógeno; un detalle de una larva acuática, la idea de usar el dibujo en plan esquema didáctico se observa en la numeración de las estructuras señaladas. Fuente: *Micrographia*, Wellcome Collection.**

El término «célula», tan fundamental hoy en día, fue acuñado por el propio Hooke. Al examinar un pequeño trozo de corcho de botella bajo el microscopio, con luz intensa, encontró finos poros que comparó con panales de miel por sus finas paredes que llamó *cells* (células). No consideraba que las cavidades que observaba en el tejido vegetal muerto formaran elementos de este, sino poros o canales. Desde Hooke, el término «célula» ha sufrido una serie de transformaciones fundamentales que analizaremos al ocuparnos de la teoría celular.

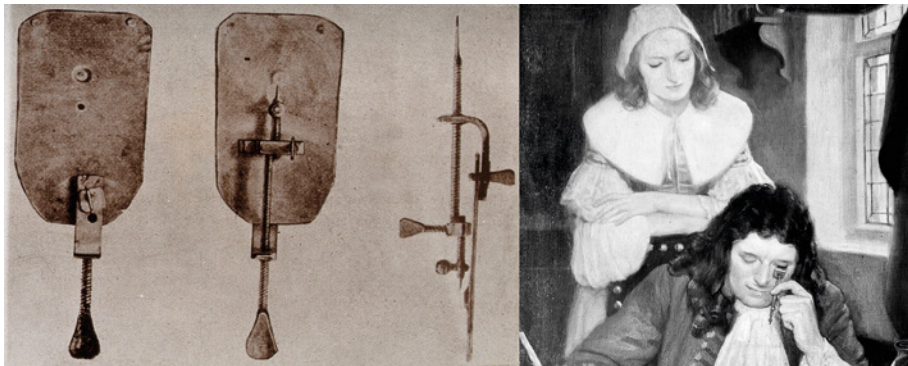
En el prefacio de su libro *Micrographia*, intentó disipar algunos temores explicando que el microscopio simplemente aumentaba el poder de los sentidos, permitiendo así al ser humano apreciar las maravillas del universo. Las dudas planteadas entre el público crítico eran que el microscopio distorsionara la verdad. Dado que los organismos eran invisibles, era difícil no tener la sensación de que la lente los creaba de algún modo<sup>177</sup>.

<sup>176</sup> Olivia Brown, *Microscopy and the amateur. The social History of the Microscope* (Cambridge: Whipple Museum of the history of science, 1986), 1.

<sup>177</sup> Brown, *Microscopy and the amateur*, 2.

Otro de los microscopistas más destacados de esta época fue Antony van Leeuwenhoek (1632-1723), secretario municipal de la ciudad de Delft. Dotado de una notable habilidad para pulir sus propias lentes, Leeuwenhoek fabricó instrumentos especiales adaptados a las necesidades de sus investigaciones (figura 29). Su curiosidad inagotable lo llevó a utilizar microscopios para examinar todo lo que despertaba su interés, y gracias a su enfoque libre de prejuicios y sus numerosas observaciones, realizó descubrimientos fundamentales. Entre sus hallazgos se encuentran la estructura fibrosa del cristalino del ojo, las estrías transversales de las fibras musculares y la ramificación de los músculos del corazón. Además, fue el primero en observar microorganismos, incluyendo protozoos y bacterias, un avance revolucionario para la biología.

El microscopio permitió el análisis de los detalles anatómicos sutiles, mostrando la gran diversidad de estructuras y acumulando datos sobre el valor de microestructuras para distinguir especies; también enfatizó la relación entre las estructuras anatómicas y su significado fisiológico (como los capilares y la circulación de la sangre); y dio nuevos bríos a la investigación sobre el desarrollo embrionario, con el nacimiento de dos teorías para explicarlo: el preformacionismo animalculista y el oovista.



**Figura 29.** A la izquierda, microscopio simple de Leeuwenhoek, consistía en una lámina metálica en la que se colocaba la lente y un mango que terminaba en un vástago, en el que se sujetaba el objeto examinado; a la derecha, cuadro de Ernest Board mostrando al inventor observando con uno de sus ingenios.

Fuente: Wellcome Collection.

La importancia de los estudios microscópicos sistemáticos fue reconocida por otros colegas, y especialmente apoyada por el matemático, físico y racionalista Gottfried Leibniz, en un momento en el que solo unos pocos investiga-

dores estaban considerando seriamente este área de investigación<sup>178</sup>. Leibniz defendió la necesidad de integrar la ciencia académica con el conocimiento técnico, escribió a Leeuwenhoek insistiéndole que era de gran importancia y valor instruir a los jóvenes en la metodología de las observaciones microscópicas, creando así escuela y manteniendo y atesorando conocimiento científico. Pero del estudio de la correspondencia entre Leibniz y Leeuwenhoek se percibe que este no tenía confianza en las nuevas generaciones. Mostraba su escepticismo respecto a dicho proyecto, afirmando que no veía «mucha utilidad» en entrenar a «jóvenes para pulir lentes» ni en fundar «una especie de escuela para este propósito», recordando a Leibniz que ya se había intentado algo similar en Leiden, obteniendo un gran fracaso<sup>179</sup>.

En esa época, la tecnología microscópica carecía de reglamentación, y no existía un método sistemático de investigación ni una base científica sólida, como la física óptica. Por ello, cada microscopista tuvo que abrirse camino de manera autodidacta y artesanal, desarrollando sus propios métodos e instrumentos a partir de su ingenio personal. Leibniz veía necesaria una descripción precisa de los procedimientos y herramientas utilizados, tan importante como los detallados informes de sus observaciones. Esto entronca directamente con el principio de *comunalismo científico* que comentábamos en el capítulo primero, como una componente necesaria del *ethos* del científico.

Leibniz sugirió que si los métodos de observación desarrollados por Leeuwenhoek se aplicaran a gran escala, prestarían gran servicio a la humanidad, permitiendo conocer mejor el interior de la naturaleza, encontrando usos importantes en la medicina y las artes. Señalaba que se podía servir al público y a la posteridad de dos maneras distintas: como inventores o como observadores, que son un apoyo para los primeros<sup>180</sup>. Sobre la falta de escuela que siguiera el camino de Leeuwenhoek escribió: «A menudo me molesta la pereza humana, que ni abre los ojos ni se apodera de la ciencia abierta. Si fuéramos inteligentes, se habría encontrado varios sucesores en todas partes»<sup>181</sup>.

<sup>178</sup> Leibniz utilizó dichos resultados como evidencia empírica para defender algunos de sus principios metafísicos. Alessandro Becchi, «Between learned science and technical knowledge: Leibniz, Leeuwenhoek and the school for microscopists», en *Tercentenary Essays on the Philosophy and Science of G. W. Leibniz*, ed. por Strickland, L. et al. (Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2017), 47.

<sup>179</sup> Becchi, «Between learned science and technical knowledge», 65.

<sup>180</sup> Becchi, «Between learned science and technical knowledge», 54.

<sup>181</sup> Alexander Berg, *Ernst Leitz optische werke, Wetzlar 1849-1949. Die Bedeutung der Mikroskopie für die Entwicklung der Biologie und Medizin* (Frankfurt am Main: Umschau Verlag, 1949), 11.

#### 6.4. La clasificación de los seres vivos

Para terminar de tratar sobre la revolución científica señalaremos cómo los naturalistas, ante la multitud inmensa de las especies vivientes, tuvieron que esforzarse por definir las, por caracterizarlas, por designarlas, por clasificarlas. Esta labor sistemática, basada primeramente en principios arbitrarios, terminó por crear grupos cuyo carácter artificial hubo que reconocer muy pronto. Sin embargo, gracias a los progresos de la morfología y a un conocimiento más profundo de la organización de los diversos seres, fue posible establecer grupos más homogéneos, trazar un cuadro más exacto y completo del mundo viviente, juzgar acerca de las afinidades de los organismos y, por último, plantear el problema de su parentesco y afinidades mutuas.

La anatomía vegetal se constituyó muy pronto, después de la invención del microscopio. La fisiología de las plantas, por el contrario, hizo escasos progresos y si se libró de las especulaciones de la escolástica fue gracias a la intervención de los primeros experimentadores.

Durante mucho tiempo la anatomía animal se limitó a la del hombre y de los vertebrados. Poco a poco se hizo comparada; la demostración de las semejanzas condujo a la busca de su significado: ¿paralelismo o verdadero parentesco? La historia de la fisiología de los animales es singularmente demostrativa. Durante más de un siglo no fue más que un fárrago de ideas absurdas, de concepciones extraordinarias, de hipótesis inverosímiles. Las únicas luces, aunque fueron deslumbradoras, se acertaron por los pocos hombres de ciencia que se atrevieron a observar y experimentar en el organismo viviente. Sin embargo, por no haber progresado casi nada aún los estudios microscópicos de los tejidos animales, la fisiología animal, hacia mediados del siglo xviii, no se apoyaba sobre base sólida alguna. Los geniales descubrimientos de Lavoisier, realizados entre 1777 y 1790, no dieron sus frutos hasta años más tarde.

Los progresos efectuados en el conocimiento de las plantas fueron mucho más rápidos que los realizados en el estudio del reino animal. A fines del siglo xvii, los botánicos disponían ya de procedimientos fáciles y sencillos para reconocer y determinar las especies vegetales, mientras que la zoología daba aún sus primeros pasos. Por este motivo parece preferible examinar primero la historia de la sistemática vegetal, ciencia que sirvió después de modelo a los zoólogos y los guió en sus trabajos.

La falta de sincronismo en la evolución de las dos ramas de la historia natural se debe a la relativa sencillez del reino vegetal, en comparación con la

extrema heterogeneidad del mundo de los animales. Durante mucho tiempo, los botánicos apenas se preocuparon de las criptógamas, como las algas y los hongos.

El número de las plantas conocidas se elevó rápidamente en el transcurso del siglo xvii. Si G. Bauhin describió 6000 especies en 1623, John Ray pudo citar más de 18 000 en 1682. A las plantas europeas agregaban sin cesar las especies exóticas que los botánicos traían de exploraciones en diversas partes del mundo.

Se hizo imposible describir ese enorme material sin un hilo conductor que permitiera una clasificación y una identificación rápidas. De esta necesidad nacieron los métodos o sistemas que jalonan el esfuerzo de los botánicos durante el siglo xvi y la primera mitad del xvii. Sin embargo, la ciencia no estaba lo suficientemente adelantada para permitir una clasificación que se basase en las afinidades naturales y efectivas de las plantas. Por eso, aunque algunos botánicos tuvieron la ilusión de que contribuían a la creación de un sistema natural, sus métodos siguieron siendo artificiales, y a pesar de su valor práctico, fueron insuficientes para ofrecer un cuadro racional del mundo vegetal.

Tournefort tuvo el mérito de insistir en la necesidad de establecer los géneros y de dar de ellos definiciones precisas. En sus *Éléments de botanique ou méthode pour reconnaître les plantes* (1694), que comprende un volumen de texto y dos de ilustraciones, el autor distribuye 10146 especies en 698 géneros. Publicó *Rei Herbaria* en los que introduce taxativamente la categoría de género y lo hace basándose en las características de la flor y el fruto, siendo uno de los criterios fundamentales. Ya no es tan importante el porte o el aspecto macroscópico sino cuestiones anatómicas concretas dentro de la flor. Basándose en ese análisis de la diversidad de flores y semillas definió 22 clases en función de la corola y distinguió subclases en función de la posición del ovario y los otros órganos de la flor.