

MÁS LEJOS, MÁS CERCA, MÁS COLOR. IMAGINAR LA CIENCIA EN LAS FRONTERAS

Francisco López-Cantos

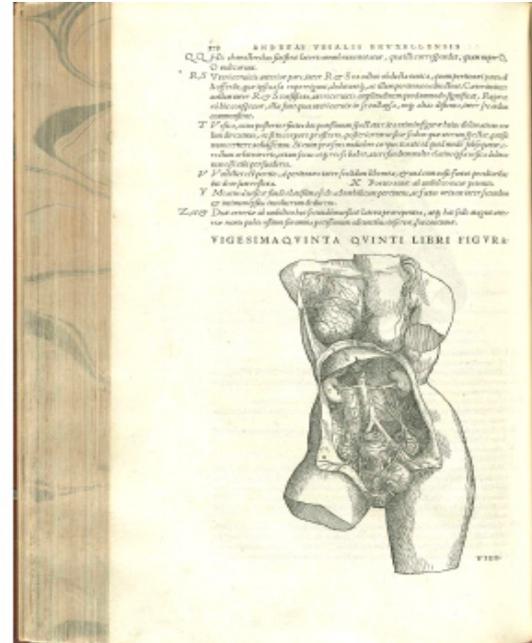
Universidad Jaume I de Castellón

1. Mas lejos, más cerca. Telescopios y microscopios

Galileo construyó su primer telescopio en 1609, y al año siguiente un microscopio, a partir del diseño previo que describía un prototipo holandés de Zacarías Janssen del que se tiene pruebas de su existencia desde agosto de 1595. No obstante, la idea de superar las limitaciones visuales con instrumentos que asistieran a los sentidos venía de atrás y ya desde la fundación en 1560 por Giambattista della Porta de la Accademia Secretorum Naturae of Napoles, que tuvo su correspondencia en Roma hacia 1602 con la constitución de la Accademia dei Lincei de la que formaba parte Galileo y, pese a los sucesivos problemas que desembocaron en su enjuiciamiento hacia 1633, permitió el perfeccionamiento de la instrumentación científica para hacer visibles los territorios de la Naturaleza que permanecían inexplorados. En 1610 el propio Galileo realizaba observaciones microscópicas de insectos, concretamente de una abeja, y publicaría una cuidada edición de dibujos detallados de la Luna y las fases de Venus, *Siderius nuncius* (el mensajero de las estrellas), que resumían sus observaciones astronómicas; algunos años después, la utilización de microscopios de fabricación propia permitió al holandés Antonie von Leeuwenhoek superar algunas de los defectos principales de las ópticas como las aberraciones esféricas y cromáticas, permitiéndole la observación precisa y descripción de distintos microorganismos como las bacterias y los espermatozoides, que completarían la extensa obra gráfica compendiada por Robert Hooke en su *Micrographia*, de 1665, publicada de manera simultánea a la demostración de las teorías sobre la circulación sanguínea de William Harvey que había sido posible gracias a la observación con el microscopio.

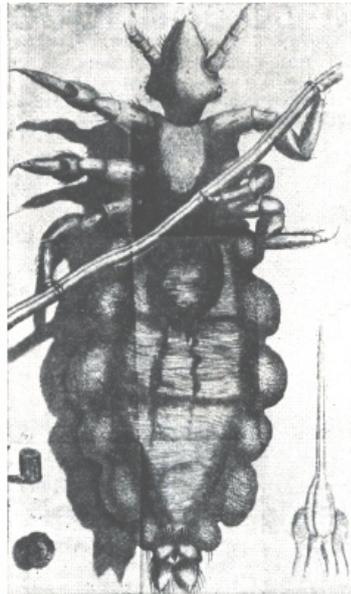
Aunque el salto cualitativo había sido impresionante, no quedaban muy lejos los años en que el anatomista Andreas Cornelius, más conocido como Vesalius, inauguraba el estudio científico del interior del cuerpo y documentaba su funcionamiento con los precisos dibujos publicados en *De humanis corpori fabrica*, en 1543, que reproducían directamente los órganos internos una vez diseccionados los cuerpos para proceder a su estudio, práctica que se convirtió en habitual en lo sucesivo en los llamados teatros anató-

micos en los que se realizaban disecciones públicas con objeto divulgativo y científico. De igual modo, en fechas recientes se había hecho común la representación de órganos y procesos funcionales, especialmente en embriología, utilizando muchas veces para ello modelos tridimensionales realizados con los más diversos materiales, desde el cristal hasta la cera, y otras utilizando gráficos e ilustraciones para comunicar propiedades características.



La ilustración científica, en definitiva, se tornó una herramienta habitual para el registro de los resultados experimentales y la descripción de los fenómenos objeto de análisis, hasta el punto de que no era raro que los propios investigadores desarrollaran sobremedida sus talentos artísticos para poder reflejar en sus dibujos la síntesis de sus trabajos, en algunas ocasiones en exceso, tal como se ha criticado al mencionado Hooke en relación a su obra *Micrographia*, en la que sin pudor alguno dibujó, y mitificó, algunos insectos, entre ellos sobre todo arácnidos, a una escala a la que era imposible verlos con los microscopios de la época.

Por ello, cuando el director del Observatorio de París, François Jean Dominique Arago, presentó públicamente el invento de Daguerre, el día 19 de Agosto de 1839, ante los miembros de la Académie des Sciences y de la École des Beaux Arts, justificaba con vehemencia su interés por cuatro razones: la originalidad del invento, su relación con las artes plásticas, y su evidentes usos prácticos y, sobre todo, su enorme utilidad para la ciencia. Las técnicas fotográficas enseguida se incorporaron al trabajo científico y aunque hubo unos breves años en que convivieron las ilustraciones científicas junto con las reproducciones fotográficas muy pronto aquellas se consideraron poco más que una extravagancia y fueron rápidamente sustituidas por los procedimientos mecánicos inherentes a la nueva tecnología que tan bien encajaban con las aspiraciones de objetividad para cierto positivismo que, ahora, se vio de nuevo revitalizado. Incluso el hecho de que al principio no captara el color y se añadiese éste a mano no invalidó la autoridad que le otorgaba su enorme capacidad de registrar el detalle. Cuando poco después se comenzaron a publicar fotografías en medios impresos se dio el paso definitivo para dotar a las imágenes de valor documental y, con ello, consolidar definitivamente sus características explicativas e, incluso, probatorias.



Journal des Sçavants, n° 2 (1666) de Robert Hooke, *Micrographia*



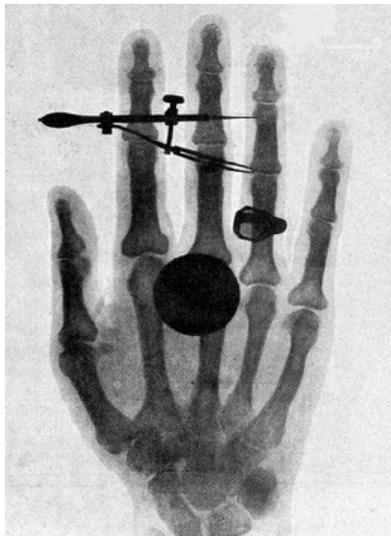
NIKON E990
Exposición 10/329sg
Apertura diafragma f/2.7
Sensibilidad soport ISO 100
Longitud focal 10.6 mm
Compresión JPG Nivel 3
Espacio de colors RGB

En definitiva, la fotografía, y el subsiguiente énfasis en su supuesta objetividad contingente tal como han argumentado, entre otros Daston y Galiston (2007), en lo que han identificado como el inicio de un período en el ámbito de la investigación científica al que denominan de “objetividad mecánica”, se hizo imprescindible, por no decir inevitable, en todas las áreas de investigación científica, incluso el mismo Darwin incluyó fotografías y grabados en *Expression of the Emotions in Man and Animals*, publicado en 1872, y en algunos casos fueron fundamentales para desarrollos tecnológicos posteriores, como por ejemplo las cronofotografías realizadas por el fisiólogo Jules Marey, antecedente inmediato del cinematógrafo, marcando un hito en la influencia que tendría la fotografía para la cultura y la investigación científica, aunque todavía habían de producirse algunos descubrimientos trascendentales que encontrarían aplicaciones prácticas inmediatas en esta y otras áreas de conocimiento.

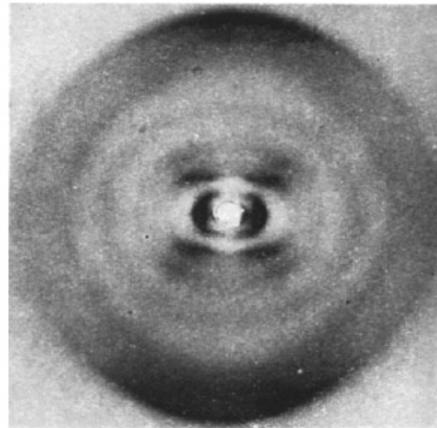
El primero de los descubrimientos vino de la mano de Wilhem Röntgen, quien encontró de forma casual los rayos X el 8 de noviembre de 1895, cuando estaba experimentando con la emisión de fluorescencia producida por un tubo de rayos catódicos y observó, tras colocar el tubo envuelto en una caja de cartulina negra y oscurecer la habitación, que una hoja de papel recubierto de un compuesto de bario resplandecía aun estando lejos de la caja al conectar el tubo a la corriente eléctrica, denominando a esta energía invisible rayos X. Para presentar su descubrimiento hizo tres fotografías, una de una caja cerrada de madera que contenía objetos, otra de un rifle en el que descubrió una pequeña imperfección, y una tercera de la mano de su mujer, definiendo así los futuros usos de los rayos X en aplicaciones de seguridad, para la detección de fenómenos invisibles a primera vista, y para la exploración médica. Poco después, a principios de la década de 1910, el padre e hijo William Henry y William Lawrence Bragg usaron los rayos X para realizar medidas precisas de distancias entre las filas y columnas definidas de algunos átomos de cristal, comprobando que había distintos patrones de difracción en función de los materiales que exploraban, lo cual les llevó al desarrollo de la cristalografía de difracción de rayos X, técnica de exploración de la que se valdrían más tarde, en 1952, Rosalind Franklin y Raimond Gosling para fotografiar la estructura de doble hélice de las cadenas de ADN, imágenes que serían fundamentales para que un año después James Watson y Francis Crick pudieran explicar su estructura molecular, lo que les hizo acreedores del premio Nobel de medicina, recibido en 1962.

El segundo gran descubrimiento científico con que se inauguraba el siglo XX fue el hallazgo de la radioactividad del uranio, en 1896, por Henri Becquerel, quien al seguir las investigaciones de Roentgen

experimentando con uranio pensaba que podría registrar la radiación X emitida por este elemento, pero de manera sorpresiva observó que la energía que registraba una placa fotográfica envuelta en papel negro era mucho mayor de lo esperado y, además, el uranio emitía energía por sí mismo. Unos 25 años después del descubrimiento de los rayos X, y con el objetivo de encontrar aplicaciones prácticas que permitieran la localización de submarinos se empezaron a utilizar ultrasonidos, y poco después serían también empleados para el diagnóstico en medicina, comenzando con todo ello a desarrollar sobremanera el estudio del interior del cuerpo humano con métodos no quirúrgicos.



Wilhelm Röntgen (1895)



Rosalind Franklin, ADN (1952)

2. Más precisión. Más color. Instrumentación electrónica

Los primeros instrumentos ópticos, microscopios y telescopios, se construían con una lente simple de vidrios que adolecían de importantes aberraciones ópticas, escasa capacidad de aumento y pérdida de nitidez y luminosidad, pero a medida que fueron desarrollándose mejoras en los sistemas de fabricación y los materiales y sistemas de montaje de las lentes se fueron superando progresivamente esos inconvenientes hasta alcanzar, en las primeras décadas del siglo XX, aumentos superiores a 1000X, muy cerca del límite teórico de resolución que pueden proporcionar los microscopios ópticos, el límite de la longitud de onda del espectro visible, por lo que se hizo imprescindible el desarrollo de microscopios que pudieran superar estos límites, lo cual sólo fue posible hacia 1931, año en que Ernst Ruska desarrolló el primer prototipo de microscopio electrónico de transmisión (MET), siendo merecedor de un Nobel por su trabajo al respecto en el año 1986.

El MET está basado en la incidencia de un haz electrónico que, guiado por un sistema de imanes y a través de un conjunto de lentes, atraviesa una muestra muy fina para registrar su imagen en la parte posterior de esta, poco después vería la luz el microscopio de transmisión-barrido de Von Ardenne, el MEB, enseguida complementado por otro instrumento de análisis, la microsonda de exploración electrónica (MSE), cuya implementación en diversas áreas de investigación científica ha sido fundamental para el análisis químico de materiales.

En medicina, también, desde la comercialización de instrumentos de exploración para el diagnóstico como la Tomografía Computerizada (TC), la representación de imágenes inició una irreversible carrera hacia la invasión óptica del cuerpo humano utilizando tecnologías digitales de generación de imágenes de síntesis, y cuyo desarrollo a partir de 1967 valió un Premio Nobel en 1979 a su inventor, Godfrey Hounsfield, compartido con el sudafricano Allan Cormack que había desarrollado un instrumento similar. Esta técnica tomográfica, hoy día conocida como TAC (Tomografía Axial Computerizada), está basada en la

exploración mediante rayos X de la parte del cuerpo alrededor de su eje, lo cual permite la posterior generación de una imagen completa de esa sección, en forma de rodaja, para su análisis, pero una imagen que es resultado de los datos obtenidos, no es registro óptico directo sobre una emulsión sensible. Para realizar un TAC a veces es necesaria la utilización de compuestos intravenosos que faciliten la obtención de los datos aumentando el contraste entre las estructuras a analizar y las contiguas, de manera similar a cómo se realiza la exploración con otras técnicas y métodos de diagnóstico médico como la Tomografía por Emisión de Positrones (PET), basada en el análisis funcional de estructuras internas por las que se hacen circular isótopos radioactivos para detectar posteriormente su tránsito y generar con ello imágenes tridimensionales que representan además el vector temporal, técnica que se combina con el TAC para complementar los resultados obtenidos. Una tercera técnica de diagnóstico, la Resonancia Magnética (RM), o RMf en su versión funcional, utiliza imanes para alterar los campos magnéticos de las estructuras orgánicas que se pretende analizar para, después, al igual que las anteriores, detectar tales variaciones para deducir mediante el análisis de los datos obtenidos las características estructurales pertinentes para el diagnóstico médico.

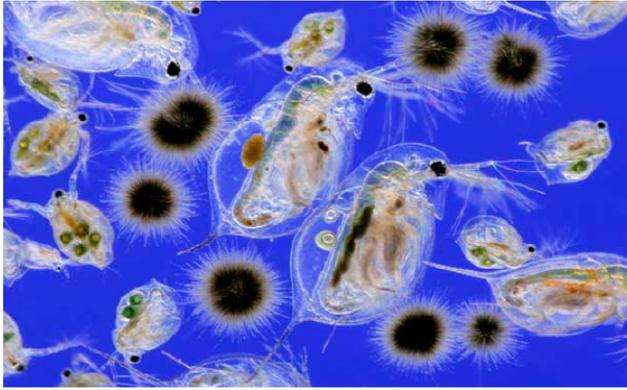
Es decir, en análisis microscópico con instrumentación electrónica o en sistemas de diagnóstico médico, se ha de tener en cuenta las características de las ondas que llegan a los sensores una vez han interactuado con los diferentes tejidos, órganos o estructuras moleculares, haciéndose necesario el uso de complejos algoritmos que permitan reconstruir la zona original de exploración para, posteriormente, tratar los datos desde un sistema de generación de imágenes de síntesis que, en cualquier caso, se obtienen a partir de valores numéricos digitales con los que se pretende emular fenómenos que son invisibles a nuestra percepción con imágenes adecuadas a nuestra riente visión humana. Es decir, no existe un único camino, si no que las imágenes obtenidas son el resultado de combinaciones o selecciones entre varios candidatos físicos posibles, en muchas ocasiones fruto de procesos subjetivos de discriminación que dotan de significado a determinados datos sobre otros haciéndolos resaltar de un conjunto de ellos que se muestran como continuos, tal como ocurre por ejemplo en exploración médica para distinguir órganos funcionales utilizando colores contrastados que, fisiológicamente, no siempre existen más que como un conjunto continuo de tejidos.

La dificultad de todo ello es que, en cualquier caso, y fijemos el objetivo del instrumento electrónico en cualquier magnitud y objeto, la obtención de datos útiles para la generación de imágenes que sean significativas y pertinentes en relación al objetivo del análisis, se enfrenta a aspectos críticos. Entre los más importantes, en primer lugar, son debidos a la complejidad intrínseca que tiene la segmentación de los datos resultantes de la exploración y la posterior selección de aquellos que se consideran útiles en función de los objetivos del análisis y, en segundo lugar, a las importantes dificultades asociadas a las interferencias y ruidos instrumentales inherentes a la óptica y los tipos de sensores empleados.

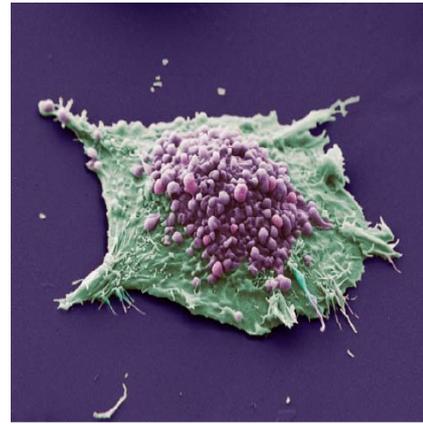
3. Imágenes científicas: artefacto y objetividad

Es decir, las imágenes científicas actuales se sitúan en un lugar indeterminado en el que la representación visual de gran cantidad de datos resultantes de fenómenos físicos acaba por elaborar artefactos complejos que, paradójicamente, queriendo representar lo real acaban por ser sólo un reflejo ideal que se adecua a nuestras necesidades de comprensión ante hechos cognitivamente inaprensibles con nuestras limitadas capacidades perceptivas.

Para ello se utilizan técnicas conceptualmente no muy alejadas de las empleadas durante siglos para ilustrar pictóricamente los hechos científicos o representar los acontecimientos, aunque hoy día, no sólo como apoyo visual, sino ejerciendo un papel fundamental para crear objetos epistémicos por sí mismos, como evidencias que no necesitan en modo alguno ser descifradas, lo que la filósofa alemana Nicole C. Karafyllis ha denominado *biohechos*, entidades situadas entre la naturaleza y la tecnología en tanto que artefactos contruidos con valor epistémico a partir de organismos vivos.



Placton (Spike Walker)— Microscopio óptico convencional



Célula cancerosa Anne Weston) - MEB

En definitiva, y como conclusión, ante cualquier imagen de carácter científico debemos recordar la evidencia ya notada por Baudrillard de que la imagen deriva de manera irreversible hacia el simulacro, cada vez con menos referencias externas y, ante ello, no dejar de preguntarnos siempre algunas cuestiones básicas que faciliten su interpretación. Cuestiones tales como, por ejemplo, en qué medida la imagen que se nos ofrece corresponde con su forma física, los artefactos que se pueden haber introducido fruto de proceso y los instrumentos de registro, el grado de tratamiento con algoritmos específicos y técnicas de aumento del contraste para hacer visibles aspectos que se consideran de interés para la ciencia, si se trata de una estructura permanente o temporal y, sobre todo, cuáles han sido los parámetros de investigación que guiaban la obtención de esa imagen, con qué fines se han obtenido y quiénes son los principales destinatarios, sin olvidar en ningún caso que las imágenes técnicas no apuntan directamente al mundo exterior, sino que son el resultado del programa contenido en los instrumentos y condiciones previas que condicionan la investigación.



Leonardo DaVinci, *The Foetus in Utero* (1489)



M42, Stephan Seiq, Goddard Space Flight Center(GSFC) NASA Astronomic Picture of the Day Collection

BIBLIOGRAFÍA

Baudrillard, J.: *Cultura y simulacro*. Barcelona: Kairós, 1993 (1978).

Daston, L.; Galison, P.: *Objectivity*. New York: ZoneBooks, 2007.

Karafyllis, N. C.: *Biofacts. Essays on Man between Artefact and living Entity*. Paderborn: Mentis, 2003.

Thomas, A.: “La fotografía en pos del conocimiento”, en *El mundo descrito*. Madrid: Fundación ICO, 2008.