



ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura

Vol. 191-775, septiembre-octubre 2015, a264 | ISSN-L: 0210-1963

doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5003>

---

HISTORIA DE LAS CONCEPCIONES CIENTÍFICAS SOBRE LA LUZ / HISTORY OF SCIENTIFIC IDEAS ABOUT LIGHT

---

## TEORÍAS DE LA LUZ Y EL COLOR EN LA ÉPOCA DE LAS LUCES. DE NEWTON A GOETHE

## THEORIES OF THE LIGHT AND COLOR IN THE AGE OF ENLIGHTENMENT. FROM NEWTON TO GOETHE

**Juan Pimentel**Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
[juan.pimentel@cchs.csic.es](mailto:juan.pimentel@cchs.csic.es)

**Cómo citar este artículo/Citation:** Pimentel, J. (2015). "Teorías de la luz y el color en la época de las Luces. De Newton a Goethe". *Arbor*, 191 (775): a264. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5003>

**Copyright:** © 2015 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-Non Commercial (by-nc) Spain 3.0.

Recibido: 11 diciembre 2014. Aceptado: 6 marzo 2015.

**RESUMEN:** En este artículo comenzamos por revisar la teoría de la luz de Isaac Newton, centrándonos en el carácter controvertido del experimento crucial. Después nos detenemos en algunos aspectos de su legado en un siglo quizás más newtoniano que su propia óptica, analizando algunas metáforas bajo las que fue entendida la luz, así como el papel simbólico de la luz, metáfora del conocimiento por excelencia. Finalmente repasamos la teoría de los colores de Goethe, su impugnación de la óptica newtoniana y su empeño en recuperar al ser humano y la historia de la ciencia para entender mejor no sólo qué son la luz, el ojo o los fenómenos cromáticos, sino la actividad científica en su conjunto.

**PALABRAS CLAVE:** Luz; filosofía experimental; newtonismo; metáforas; colores; historia cultural de la ciencia.

**ABSTRACT:** This article opens with a review of Isaac Newton's theory of light, focusing on the controversial character of his crucial experiment. It then proceeds to examine certain aspects of his legacy in a century that was perhaps more Newtonian than his own optics. We analyse some of the metaphors connected with light and the symbolic role of light as *the* metaphor for knowledge. The article concludes with Goethe's colour theory, his challenge to Newtonian theory, and his reinstatement of human beings and the history of science in order to achieve a better understanding not only of light, the eye and chromatic phenomena, but also of scientific activity as a whole.

**KEYWORDS:** Light; experimental philosophy; Newtonianism; metaphors; colours; cultural history of science.

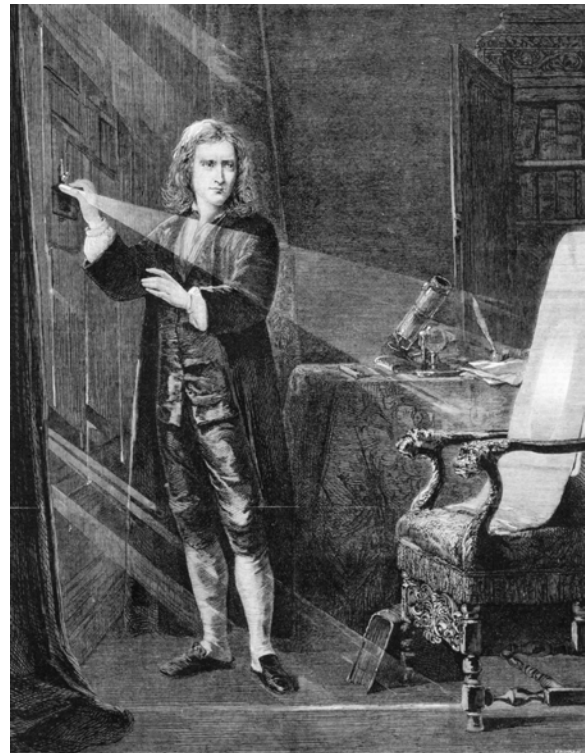
## INTRODUCCIÓN

“A tal efecto dejé mi cuarto en la oscuridad e hice un pequeño agujero en el postigo para que entrara una adecuada cantidad de luz del sol. Coloqué mi prisma junto al agujero para que la luz se refractara hacia la pared opuesta del cuarto. Al principio fue una diversión muy agradable ver los colores vivos e intensos así producidos. Pero después de un rato me puse a considerarlos de una manera más prudente y me asombró ver que tenían una forma oblonga, aunque según las leyes aceptadas de la refracción esperaba que fueran circulares”.

Isaac Newton, “Nueva teoría de la luz y los colores” (Lafuente, Valverde y Pimentel, 2004, pp. 49-86).

Así iniciaba su relato Isaac Newton en la famosa carta a Henry Oldenburg, secretario de la Royal Society, fechada el 6 de febrero de 1672 y publicada de inmediato en las *Philosophical Transactions*. Comunicaba en ella su nueva teoría de la luz y los colores a raíz de un experimento central en la historia de la óptica y en el de la filosofía experimental, un episodio controvertido, recreado mil veces y finalmente idealizado por una legión de pintores, poetas e historiadores que quisieron ver en aquel descubrimiento y en aquel genio la quintaesencia de la ciencia moderna. Un hombre que se encierra en una habitación oscura, fascinado al principio como un niño, al poco recapacita y observa que un determinado fenómeno (el alargamiento de un rayo de luz) no se rige según “las leyes aceptadas”. A partir de ahí, lejos de refutar la doctrina de la naturaleza homogénea de la luz, establece algunas hipótesis capaces de predecir el espectro oblongo, pero descartándolas todas, pasa a proponer un *experimentum crucis*, el ‘experimento crucial’ con el que dirimirá la cuestión entre la citada doctrina de la naturaleza homogénea de la luz y la suya, sustentada en la idea de la luz solar como una mezcla heterogénea de diferentes rayos, cada uno con un grado diferente de refrangibilidad. Los dos tableros agujereados y los dos prismas están preparados. El primer prisma proyecta los colores sobre el primer tablero, mientras que el segundo no logra descomponer los rayos aislados. Las refracciones posteriores no alteran ni producen una nueva dispersión. Los colores primarios son inalterables, sus rayos poseen diferentes grados de refrangibilidad, lo que por otra parte explica la desviación constante que produce la longitud de la imagen oblonga. La luz blanca encierra todos los colores... Todavía resuenan los versos bíblicos que Pope hizo grabar en su epitafio: “Nature and Nature’s laws lay hid in night: God said ‘Let Newton be!’ and all was light”.

**Figura 1.** Grabado de 1879 con una recreación retrospectiva del experimento crucial



La luz es y ha sido uno de los objetos científicos más apasionantes y debatidos a lo largo de la historia. Su interés rebasa con mucho los desarrollos de la óptica. La geometría, la astronomía, la química, el electromagnetismo o la física cuántica son algunos de los campos que se han ocupado de este fenómeno natural. Pero hay más. Asociada a la propia idea de conocimiento, la luz y sus misterios han encarnado la actividad científica de manera muy dominante en nuestra tradición, hasta el punto de que místicos, iluminados, pintores y filósofos le han dedicado sus investigaciones y pensamientos desde tiempos inmemoriales. Dentro de esta larga y rica historia, la teoría newtoniana ocupa un lugar por derecho propio, pues al margen de su vigencia como paradigma, más allá de su dominio como explicación en el ámbito de la óptica, los trabajos de Newton con la luz nos hablan de las vicisitudes del método experimental y del poderoso ascendente que gracias a estas prácticas adquirieron Newton y su filosofía natural en el periodo que le sucede y que no en vano (aunque no por ello, ciertamente) llamamos época de las Luces.

En este artículo nos ocuparemos primero de la teoría newtoniana de la luz. Después repasaremos algunas manifestaciones culturales del newtonismo y de

las metáforas de la luz en la Ilustración y finalmente desembocaremos en un episodio igualmente conocido y significativo, la impugnación de la óptica newtoniana a finales de siglo por Goethe, el príncipe de las letras germánicas. La luz, al igual que la historia, es un objeto susceptible de ser compuesto y descompuesto de muy diversas maneras, de ser entendido bajo diversas propuestas, metáforas y narrativas. Los episodios que figuran a continuación, al menos, nos hablan del carácter controvertido de unas formas de producir conocimiento de la naturaleza que tampoco fueron jamás homogéneas.

### LA ÓPTICA NEWTONIANA Y LA VIDA SOCIAL DE LOS EXPERIMENTOS

La teoría newtoniana de la luz se inscribe en el contexto de la óptica del siglo XVII, dominada por los desarrollos del microscopio y el telescopio, la exploración de sus aberraciones y la búsqueda de leyes que dieran cuenta de la refracción (Darrigol, 2012, p. 78). Habían destacado en este terreno Willebrod Snel y Descartes, en cuya *Dióptrica* (1637) había deducido que la luz, entendida como un fenómeno más dentro del mecanicismo, se movía como una presión transmitida a través de la materia sutil hasta la retina y que lo hacía más rápidamente en medios más densos. Fermat había postulado la idea contraria, la relación inversa entre velocidad y densidad, pero en todo caso y en términos generales, lo interesante es apreciar cómo tras la impronta geométrica que las investigaciones renacentistas (con Kepler a la cabeza) habían asignado al estudio de la luz, ahora las innovaciones tecnológicas estaban procurando un ensanchamiento considerable de los fenómenos observables y por lo tanto nuevas aproximaciones a las dos preguntas básicas: ¿cómo se comporta la luz? ¿Qué es la luz?

El holandés Christian Huygens, objeto de otro artículo en este monográfico, también defendió que la luz viajaba más deprisa en medios menos densos, y ocupa un lugar destacado por su teoría ondulatoria, según la cual la luz se propagaba por impulsos irregulares (y no por oscilaciones regulares), unos movimientos esféricos que se transmitían alcanzando una cierta autonomía desde la perturbación inicial. También Huygens se vio beneficiado por las mejoras del instrumental, que le llevaron a distinguir el anillo de Saturno. El procedimiento al uso para mejorar el telescopio galileiano era ampliar la distancia focal, lo que produjo la aparición de los primeros telescopios aéreos. Sin embargo, a la dificultades para manejarlos (el de Huygens medía 37,5 mts.) se sumaba la abe-

rración cromática característica de las lentes propias de este tipo de telescopios (de refracción). Había que incrementar la potencia sin aumentar la distancia focal y corregir al tiempo la aberración cromática. James Gregory ideó el primer telescopio de reflexión en 1663, sustituyendo la lente del objetivo por un espejo parabólico que a su vez proyectaba los rayos de luz sobre otro segundo espejo plano. Ahora bien, producir espejos planos y sobre todo parabólicos no estaba al alcance de cualquier artesano. Consciente de ello, Newton creó en 1671 su telescopio de reflexión con un espejo esférico y con su peculiar ocular sobre el espejo plano colocado oblicuamente en el interior del tubo. Lograba 38 aumentos con unas dimensiones muy reducidas, 16 cm. Antes de la invención de las lentes acromáticas, era el único modelo que evitaba la aberración cromática, aunque generaba aberración esférica, pues Newton no pudo producir un espejo parabólico. Pasado medio siglo, sin embargo, gracias a las mejoras en las técnicas para pulir espejos y lentes en la época de Hadley, se iba a convertir en el más popular de los telescopios y el de más fácil manejo (Lafuente, Valverde y Pimentel, 2004, pp. 30-35).

Gracias a este telescopio reflector o de reflexión, presentado por su mentor Isaac Barrow a la Royal Society, Newton ingresó en la academia londinense. Lo había diseñado y fabricado en el contexto de las investigaciones que mantenía desde mediados de la década de 1660 sobre los problemas relacionados con la refracción de la luz y tratando de demostrar que la luz blanca, en contra de las tesis de Descartes, era resultado de la suma de los colores primarios. Fue entonces, en el *annus mirabilis* (según reza la historia oficial, pues coincidiendo con el año de la peste y el gran incendio de Londres, Newton concentró en 1666 algunos de sus mayores logros en la óptica, las leyes del movimiento y el cálculo), cuando supuestamente tuvo lugar el famoso experimento de los prismas.

Newton acababa de estudiar a fondo la *Dióptrica* cartesiana, en la que denunciaba la distinción escolástica entre colores *enfáticos* o *aparentes* (los producidos mediante los prismas o por el arco iris) y los *reales* (los propios de los cuerpos, desvelados pero no producidos por la luz). Según demostró Simon Schaffer en un artículo ya clásico sobre este episodio del experimento crucial, el empleo de prismas era muy reciente (Schaffer, 2011). Hasta la fecha eran más bien unos instrumentos empleado por la magia natural, útiles para provocar ilusiones ópticas y entretenimiento, hasta el punto de que eran llamados “paraísos de los necios” (*fools paradises*). Pero el hecho de que

Descartes borrara esa distinción entre colores *aparentes* y *reales*, hizo que experimentalistas como Boyle o Hooke comenzaran a incluirlos en sus investigaciones. En todo caso, fue Newton quien, tras adquirir varios de estos prismas en la feria de Stourbridge, llevó a cabo una serie de ensayos y pruebas con diferentes modelos de prismas, narrados con cierto detalle primero en su manuscrito *Of Colours* (1666) y luego en su citada carta a Oldenburg publicada por las *Philosophical Transactions* bajo el título de “A new theory about light and colours” (1672), un texto mucho más elaborado, esto es, más ‘cocinado’ (Lafuente, Valverde y Pimentel, pp. 49-86).

En uno de estos experimentos logró proyectar a una distancia de unos 6,30 metros una luz que se manifestaba más oblonga que esférica, lo que atribuyó a la diferente refrangibilidad de los distintos rayos. Trabajando con un hilo bicolor, también se había percatado de que el azul y el rojo se alejaban, lo que atribuyó igualmente a su diferente refrangibilidad. En otra de las pruebas incluyó un segundo prisma que sometiese a los rayos a una segunda refracción, la que mostraba la inalterabilidad de los colores básicos o primarios, un experimento que fue reelaborado hasta convertirse en el ‘experimento crucial’ del texto de 1672 y posteriormente en su gran tratado de Óptica de 1704. Sin embargo, una vez que se intentó replicar el experimento, tanto en Inglaterra como en el continente, comenzaron las dificultades. En este sentido, si damos por válida la definición de Harry Collins (“la replicabilidad, por decirlo de alguna manera, es la corte suprema del sistema científico”) (Collins, 1985, p. 19), habremos de reconocer que este experimento contó con un buen número de objeciones, testigos contrarios a su causa y hasta fiscales encarnizados.

Por de pronto, a Newton le ocurrió algo semejante a lo que le había ocurrido a Galileo con sus observaciones astronómicas de principios de siglo, cuando aquellas imágenes de la luna, el sol y los satélites de Júpiter habían encontrado muchas resistencia pues ni siquiera el telescopio estaba legitimado como instrumento para practicar filosofía natural (Biagioli, 1994). Además, los detalles que Newton dio sobre el tipo de prismas empleados eran insuficientes, así como numerosos los vacíos sobre varios de los procedimientos seguidos a la hora de colocarlos y disponer el experimento en su conjunto. La separación limpia de los colores primitivos en la primera refracción no resultó sencilla más allá de la habitación de Newton, quien lejos de establecer un relato pormenorizado y minucioso de cómo lo había realizado (al estilo de Boyle),

dio por sentada la teoría que pretendía mostrar (la división de la luz blanca en rayos a su vez inalterables correspondientes a los colores simples), todo lo cual acabó por generar ese círculo vicioso que la sociología del conocimiento llama la ‘regresión del experimentador’ (*experimenter’s regress*), allí cuando la teoría que se pretende probar forma parte de los supuestos del experimento consagrado a probar dicha teoría (Collins, 1985, p. 84; Schaffer, 2011, p. 79).

Uno de sus primeros críticos fue Robert Hooke, el encargado de experimentos de la Royal Society, un personaje conocido por sus observaciones microscópicas y su variado talento, hasta el punto de haber sido calificado como ‘el Leonardo inglés’ (Bennett *et al.*, 2003). Aunque Hooke aceptó algunos de los hechos mostrados por Newton, no le asignó al experimento su carácter crucial para probar la inmutabilidad de los rayos simples y pronto desarrolló su propia teoría sobre la vibración de la luz y el color, obteniendo mediante la difracción colores sin necesidad de acudir a la refracción. También se opusieron a las tesis de Newton un grupo de jesuitas ingleses afincados en Lieja (Francis Line, John Gascoine y Anthony Lucas), quienes a mediados de los años ‘70 replicaron repetidas veces el experimento con resultados desiguales a los descritos por Newton. Otro tanto le ocurrió a Edmé Mariotte, un célebre experimentalista francés y verdadero experto en óptica que reprodujo una variación sobre el experimento crucial en el que observó cómo tras la segunda refracción un rayo violeta parecía desprender tintes rojos y amarillos. En 1681 Mariotte publicó *De la Nature des couleurs*, obra que fue entendida en Francia como la refutación definitiva de los experimentos newtonianos (Guerlac, 1981, p. 98). Otro jesuita del Colegio de Clermont, Ignace Pardies, también impugnó la teoría newtoniana. Y por supuesto el propio Huygens, quien aceptó algunos aspectos (la diferente refrangibilidad de los distintos rayos), pero desechó la explicación general de la formación de los colores. Como mucho, Newton había descrito satisfactoriamente un accidente del fenómeno de la luz, pero en absoluto la naturaleza de los colores. En los años inmediatos, Leibniz, el gran oponente de Newton en varios frentes, les iba a dar a muchos de ellos la oportunidad de exponer sus objeciones y reparos en el *Acta Eroditorum*.

En el curso de estos debates, Newton primero descalificó los procedimientos y el instrumental empleado, para después optar por la cólera y el silencio hasta que publicó su gran tratado, *Óptica o Tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores*

*de la luz* (Newton, 1704/1977).<sup>1</sup> La edición original fue en inglés, poco después se tradujo al latín. El año anterior Newton se había hecho con la presidencia de la Royal Society y también había muerto Robert Hooke, su rival doméstico más temible. En todo caso, el ascendente que Newton estaba adquiriendo como sublime matemático tras la publicación de los *Principia Mathematica* (1687) contribuyó a relanzar su programa experimental en el dominio de la luz y los colores, pues lo cierto es que hasta entonces su teoría distaba mucho de ser hegemónica y el experimento estaba lejos de alcanzar el estatus de crucial. Durante esos primeros años del siglo XVIII, la estrategia seguida por Newton y sus partidarios consistió en un programa sostenido de demostraciones públicas en el que la Royal Society, algunas universidades y hasta instituciones populares como determinados *coffe-houses* desempeñaron un papel destacado. Newton descalificó los instrumentos empleados por sus oponentes y afirmó la autoridad incontestable de sus prácticas experimentales, comenzando por sus propios prismas, que eran los idóneos y que garantizaban la verdad de su doctrina. La historia de la aceptación de dichas doctrinas es la historia de cómo esos prismas lograron ser contemplados como unos objetos transparentes, algo que verdaderamente sólo sucedió en Londres.

En su libro sobre la recepción de Newton en el continente, Henry Guerlac le dedicó un extenso capítulo a la tardía adopción de su teoría de los colores en Francia (Guerlac, 1981, pp. 78-163). Este proceso estuvo marcado primero por los sucesivos intentos fallidos de replicar el experimento crucial, después por la conversión al newtonismo de algunas figuras significativas como Malebranche (un cartesiano defensor de otra versión tenida por antecedente de las tesis ondulatorias) y sin duda por el inestimable concurso de Jean Théophile Desaguliers, hijo de unos hugonotes refugiados en Londres tras la Revocación del Edicto de Nantes, encargado de experimentos en la Royal Society y principal aliado de Newton en sus campañas de demostraciones públicas tanto en Londres como en París.

Las impugnaciones de la teoría newtoniana y de su controvertido experimento crucial como prueba concluyente que mostraba la homogeneidad del color (y no sólo la refrangibilidad específica) no tuvieron lugar sólo en Francia, donde esta batalla formaba parte de la guerra que cartesianos y newtonianos libraban en varios frentes, ni comprometieron sólo a los jesuitas, que representaban la vanguardia de

la Iglesia católica en materia de ciencia moderna y que podían ser vistos como enemigos potenciales de quienes en Inglaterra vertebraban un sector muy notable de la Iglesia anglicana. En Italia también tuvieron lugar episodios semejantes, con partidarios y defensores de Newton, como Francesco Algarotti, cuyo *Newtonianismo per le dame* (1737) le sitúa a la altura de Fontenelle o el propio Voltaire como popularizador de las teorías newtonianas más allá del ámbito erudito; pero también con tenaces opositores, como el veneciano Giovanni Rizzetti, quien trató de replicar sin éxito el experimento crucial y mantuvo una agria polémica con Newton y sus partidarios hasta la década de 1740 (Schaffer, 2011, pp. 111-116). Resulta significativo que incluso en esta ocasión el rival fuera descalificado por usar prismas fabricados en Venecia (“que no son de un vidrio tan puro como los nuestros”, alegaron desde Londres). Desconsolado, Rizzetti señaló:

“Sería una bonita situación si en aquellos lugares donde el experimento goza del favor de la ley, los prismas para llevarlo a cabo funcionan bien, mientras que en lugares donde no ocurre esto, resulta que los prismas son defectuosos” (cit. en Schaffer, 2011, p. 116).

Como vemos, pues, las contingencias sociales y tecnológicas de la filosofía experimental, una forma novedosa de practicar ciencia, marcaron la difusión de unas ideas que, por otra parte, sufrieron varias alteraciones. Newton comenzó por entender la luz bajo el marco de las concepciones mecanicistas y corpusculares de la materia para dejar luego la puerta abierta a ciertas explicaciones relacionadas con la teoría ondulatoria (para explicar la interferencia acudió a la noción de vibración interna o convulsión, asociando una longitud diferente de convulsión a cada índice de refracción). Igualmente polémico fue su empleo en este campo de la noción que quizás más desconfianza suscitó entre sus críticos, la *acción a distancia*, un concepto que daba cuenta de la atracción pero que evocaba las fuerzas ocultas del lenguaje de la magia natural. La *acción a distancia* también determinaba la trayectoria de las partículas de la luz, aunque en otras ocasiones atribuyó ese movimiento a los diferentes gradientes de densidad del éter. Ciertamente, el problema era que Newton entendió la *Óptica* como un apéndice o un caso experimental de su muy ambicioso programa de filosofía natural, una “matematización de una ciencia baconiana” –como señaló Carlos Solís (Newton, 1704/1977, p. XLV)–, algo que le confirió una autoridad incuestionable pero que también le granjeó serias dificultades.

## LA LUZ Y LAS LUCES DEL SIGLO

Es paradójico el contraste que hay entre el influjo de la óptica newtoniana más allá de su campo y su desigual fortuna si pensamos en las teorías sobre la luz en el siglo XVIII. Máxime teniendo en cuenta que el triunfo del newtonismo como fenómeno cultural, la percepción de la Ilustración como la edad de Newton, se debió en mayor medida a la *Óptica* que a los *Principia*, una obra esta mucho más exigente, apta para muy pocos. Aún siendo un tratado que versaba fundamentalmente sobre las propiedades y los movimientos de la luz, la *Óptica* desempeñó un papel decisivo como estandarte de la filosofía experimental, pero también de la gran tradición matemática que Newton había culminado con tanto éxito. La famosa síntesis newtoniana se trasladó a través de su teoría de la luz y los colores, y sólo hace falta echarle un vistazo a las *queries*, las interrogaciones finales que cerraban el tratado, para percatarse de la voluntad con que fueron redactadas. Las *queries* venían a ser una suerte de conjeturas finales que sustituían a las hipótesis que tantos problemas le habían dado (Newton, 1704/1977, pp. 278-350). Eran intentos de generalizar su método y sus observaciones a otros campos. En ellas se preguntaba si los cuerpos no actuaban a distancia sobre la luz y cómo se doblaban los rayos antes de llegar a los cuerpos, o por qué la luz engendraba más calor sobre los cuerpos negros que sobre los blancos, o qué había en los lugares vacíos de materia, allí donde el sol y los planetas gravitaban unos hacia otros. También se preguntaba por la refracción inusual del cristal de Islandia y por las analogías y diferencias de las vibraciones de la luz y el sonido. Newton, en fin, extendía sus observaciones hacia campos como el calor, la astronomía, la electricidad y el magnetismo, para concluir extrapolando el procedimiento de las matemáticas a toda la filosofía natural, donde al análisis (los experimentos y las observaciones) le debía seguir la inducción y a esta la síntesis, el establecimiento de principios que explicarían los fenómenos. Todo ello, en realidad, formaba parte de una enumeración de asuntos “sobre la luz y sus efectos en la trama de la naturaleza” que estaban por descubrir, sugiriendo diversas cosas al respecto para que las examinaran y mejoraran “los espíritus inquisitivos con nuevos experimentos y observaciones”. (Newton, 1704/1977, p 350). Procediendo así:

“No sólo la filosofía natural se perfeccionará en todas sus partes siguiendo este método, sino que también la filosofía moral ensanchará sus fronteras” (Newton, 1704/1977, p. 350).

Sin duda, Newton mostró en este punto una gran capacidad predictiva, pues dicho método colonizó o trató de colonizar áreas del saber muy variadas, desde la química hasta la mecánica de fluidos, pasando por la astronomía, pero también la aritmética política, la economía política o el estudio de los sentimientos y las pasiones humanas. Nació pues hasta un newtonismo social, del que hay versiones célebres que recorren todo el periodo: Locke, Montesquieu, Antonio Genovesi, Adam Smith, Condorcet e incluso Kant, todos ellos fueron newtonianos de una manera u otra. Sin duda, al siglo no le faltaron voceros y convertidos al lenguaje y las imágenes newtonianas. Hemos mencionado a Algarotti, Voltaire o Fontenelle, pero podríamos añadir algunos casos españoles: Feijoo en su versión más popular; Jorge Juan o Mazarredo como exponentes de la introducción de la física y la astronomía newtonianas en un ámbito más académico; en fin, el propio Alejandro Malaspina, el navegante que compuso una visión newtoniana del Imperio en la víspera de la emancipación (Pimentel, 1998).

Es discutible que dicho método fuera un método homogéneo y compacto, y mucho menos, como algunos han querido ver, que fuera ‘el método científico’ por antonomasia, pues jamás hubo uno tan hegemónico que monopolizara las muchas formas de hacer ciencia (podemos hablar de métodos, pero resulta muy simplificador hablar de *un método científico*). De hecho, muchos historiadores han preferido hablar de ‘estilo newtoniano’. Aún así, lo cierto es que la influencia de Newton en todos los órdenes del pensamiento ilustrado fue más que notable (aunque con muy diferentes significados en cada materia, en cada contexto, en cada lugar). Su descubrimiento de la legalidad del universo, la unificación de la mecánica celeste con la dinámica galileiana, causó un impacto cultural que ha sido objeto de numerosos trabajos en historia de la ciencia. Es uno de los episodios finales del estudio clásico de Alexandre Koyré sobre el tránsito del mundo cerrado al universo infinito que retrataba la crisis de la conciencia europea (Koyré, 1979). A su vez, Margaret Jacob, otra destacada historiadora de la ciencia, estudió las implicaciones políticas y religiosas del newtonismo en el seno del sector latitudinario de la Iglesia anglicana, los fundamentos de una alianza y una presencia que se arrastran hasta la revolución industrial en las islas (Jacob, 1976; Dobbs y Jacob, 1995). Otra variante, en fin, sería la que exploró Marjorie Hope Nicolson, una historiadora de la ciencia que estudió el impacto de la óptica newtoniana, precisamente, en la poesía del siglo XVIII (Nicolson, 1979).

En dicho trabajo Nicolson repasaba cómo las teorías de la luz y el color del “amado de las musas” habían fecundado la imaginación literaria de los *Night Thoughts* de Edward Young (unos ‘pensamientos nocturnos’ cuyo correlato español fueron las *Noches lúgubres* de Cadalso); el poema didáctico *The Pleasures of the Imagination* de Mark Akenside; los cuatro poemas que componen las *Seasons* de James Thomson; o la propia obra de Shelley, uno de los grandes del romanticismo inglés.

Todo lo cual, efectivamente, contrasta en cierto sentido con lo ocurrido en el terreno concreto de la óptica, donde el impacto de las ideas newtonianas fue menos acusado, hasta el punto de que las primeras historias de la ciencia, que nacieron precisamente en la Ilustración y en el periodo inmediato, caracterizaron la óptica newtoniana como un saber inscrito en el paradigma corpuscular de la materia (a pesar de los matices que el propio Newton había introducido) y por lo tanto como una disciplina obsoleta. La rehabilitación de la interpretación corpuscular de la luz, su compatibilidad con la teoría ondulatoria, no se dará hasta la teoría cuántica. Pero desde la perspectiva del siglo XIX la óptica newtoniana representaba un pasado superado. Es el caso de William Whewell, uno de los pioneros de la historia de la ciencia y de hecho el creador del término *científico* en su acepción actual como profesional o persona dedicada a la actividad científica. Su *History of inductive sciences* (1837) forjó un relato muy exitoso (Cantor, 1983, pp. 4-8). A su juicio, la historia de la óptica del siglo anterior se explicaba en términos de la pugna entre las ideas corpusculares y las ondulatorias, siendo las segundas, sobre toda en las versiones que recientemente había propuesto Augustin Fresnel y Thomas Young, las que habían hecho ingresar a la disciplina en un estado de auténtica madurez. Visto así, figuras como Huygens o Euler pasaban a ser considerados como precursores, y Newton, en cambio, venía ser el causante de que el siglo XVIII, en su conjunto, hubiera sido un periodo de relativo estancamiento, de escasa innovación. En las primeras décadas del siglo XIX las teorías ondulatorias le habían dado una explicación más convincente a los fenómenos de la difracción, la interferencia y la polarización. Una tesis doctoral sobre la óptica del siglo XVIII realizada en una universidad americana en los años ‘60 llevaba un título significativo: *The Age of unenlightenment* (Pay, 1964).

El carácter polimórfico del newtonismo, esa ambigüedad o carácter difuso que explica su propio éxito, es apreciable también en el seno de la óptica propia-

mente dicha. Como antes apuntábamos, las citadas *queries* de las últimas ediciones de su tratado habían explicado la reflexión y la refracción de dos maneras alternativas, bien como fenómenos producidos por diferentes densidades del éter, bien como efectos debidos a las fuerzas de atracción y repulsión (Cantor, 1983, p. 10). ¿Cuál de las dos explicaciones era más newtoniana? Ambas lo eran, lo que resta significado a la adscripción, aunque da cuenta de la paradoja de la consideración genérica de un siglo XVIII *newtoniano* y a la vez su rápido descarte por los herederos inmediatos de la Ilustración.

Geoffrey Cantor describió cuatro formas de concebir la luz en el siglo XVIII, cuatro analogías que enriquecen la fórmula entre teorías corpusculares y ondulatorias (Cantor, 1983, p. 16). La primera de estas analogías entendía la luz como pequeñas partículas de materia o proyectiles, pues su comportamiento obedecía a las leyes newtonianas del movimiento y las fuerzas. Esta fue la concepción defendida por los newtonianos de primera generación, como Martin Benjamin, John Keill o el propio Desaguliers, quienes quisieron hacer de la óptica una rama de la dinámica. Una segunda teoría contemplaba la luz como un fluido, una analogía que la acercaba al calor o la electricidad. Era esta una idea con resonancias neoplatónicas que había sido muy preeminente en el pasado y que en el siglo XVIII ocupó un lugar marginal en ciertos autores como el médico holandés Boerhaave o el teólogo británico John Hutchinson. La tercera forma consistió en equiparar la luz a una serie de ondas o pulsos que vibraban en el éter (ese medio que presidió el pensamiento científico occidental desde la filosofía natural de Aristóteles hasta el electromagnetismo de Maxwell). Cantor las denominó a estas últimas teorías ondulatorias-vibratorias y fueron defendidas por científicos como Leonhard Euler (el matemático y físico suizo que realizó la aportación a la óptica quizás más destacada del siglo XVIII) o el citado Thomas Young (recuperador de la teoría ondulatoria a principios del siglo XIX y padre putativo de la fisiología óptica junto con Helmholtz). Finalmente, en cuarto lugar estarían las teorías ondulatorias propiamente dichas, las que se sustentaban sobre una base matemática para explicar los modelos de propagación de las ondas, cuyo máximo exponente fue el físico francés Augustine Fresnel, que vivió, como Young, a caballo entre los siglos XVIII y XIX.

Así que en cierto sentido el siglo fue más newtoniano que su óptica y que la luz fue entendida mediante determinadas analogías que trataban de ofrecer una

descripción plausible a su comportamiento, sus movimientos y sus cualidades. Recurriendo a las imágenes de otros fenómenos naturales (el movimiento de los proyectiles, el agua, el calor, el sonido), con la ayuda de la dinámica, la geometría y las matemáticas, pero también gracias a los desarrollos tecnológicos en la fabricación de lentes e instrumentos de observación, la luz fue concebida sucesivamente como un conjunto de partículas, unos pulsos, unas vibraciones o unas ondas en movimiento. Es decir, la luz fue descrita como otra cosa, bajo ciertas metáforas, pues el conocimiento de la naturaleza –como todo conocimiento– actúa por analogía y comparación, extrapolando y asociando ideas y objetos de unos campos a otros, desplazándolos para poder examinarlos de otra manera. La metáfora es un tropo, una figura del discurso, pero su campo de acción es el de todo el pensamiento. La ciencia, como cualquier actividad relacionada con la representación, emplea el lenguaje y el pensamiento metafórico continuamente, siendo el caso de la luz uno de sus muchos ejemplos (Hesse, 1966; Leatherdale, 1974; Coopmans *et al.*, 2014).

Pero además de haber sido entendida bajo ciertas metáforas, la luz misma ha sido una metáfora recurrente, casi podría decirse la metáfora por excelencia del conocimiento y la actividad científica, un hecho que no puede omitirse en un repaso de las teorías de la luz, precisamente, en el Siglo de las Luces. En las religiones (en el Cristianismo pero no sólo), la luz ha desempeñado la propia idea de la divinidad y la verdad, ese contacto privilegiado con Dios no en vano llamado *iluminación*, una idea que por otra parte siempre ha tenido en el platonismo y los sucesivos neoplatonismos su caldo de cultivo más fértil. El mito de la Caverna planteaba ya los problemas de la verdad, la vida y el conocimiento asociados indisolublemente a la visión y la luz. En la época de la ciencia moderna, quizás por el ensanchamiento del campo que contrajeron los descubrimientos geográficos, astronómicos y microscópicos, la visión también copó la imaginaria del conocimiento. Así, Descartes, fascinado por la óptica y la geometría, y priorizando la vista sobre el resto de los sentidos, desplazó sobre la mente las operaciones visuales, aunque rebajando así las capacidades sensoriales. Los ojos engañan y generan ilusiones, luego han de ser guiados por la razón y el método: este será el fundamento del método cartesiano, que entronizará a la Razón, cuya función sólo es comparable –de nuevo– a la del astro sobre la vida: *sola solet ratio*. La óptica newtoniana y la imagen que el propio Newton primero y luego la Ilustración cons-

truyeron sobre su figura y su papel en la historia de la ciencia no son ajenas a esta dimensión metafórica de la luz como trasunto del conocimiento. Sólo hace falta recordar los versos de Pope (*Let Newton be! And all was light*) o contemplar imágenes como el óleo del monumento alegórico a Newton de Giovanni Pittoni y los hermanos Domenico y Giuseppe Valeriani, hoy día en el Fitzwilliam Museum, Cambridge. La descomposición de la luz fue leída por la Ilustración como una conquista heroica, un acto liberador y lleno de significado para la humanidad.

Además, habida cuenta de su conocida pasión por la alquimia y el trasfondo neoplatónico de su pensamiento, los intereses de Newton por el fenómeno de la luz desbordan los márgenes de una óptica concebida retrospectivamente como una subdisciplina de la física. La luz era –y sigue siendo– más que un simple fenómeno natural. Desde Prometeo a Franklin, descifrar su misterio siempre tuvo una dimensión simbólica a la que nadie, y menos Newton, fueron ajenos.

Hans Blumenberg, quizás el filósofo del siglo XX que mejor exploró la metáfora y su legitimidad en el pensamiento occidental, le dedicó uno de sus tempranos artículos a la luz como metáfora de la verdad (Blumenberg, 1957/1993). Allí comentaba el poderoso carácter persuasivo de una metáfora fecunda y versátil, pues la luz puede aparecer como un rayo o como un faro en la oscuridad, como algo que destrona las tinieblas, pero también como una presencia deslumbrante que ciega e impide la visión. En este contexto de las alteraciones de las metáforas de la luz, la Ilustración asistió a un desplazamiento desde la antigua verdad autoevidente a una verdad que había de obtenerse mediante un trabajo orientado al futuro. La verdad perdía aquella facilidad natural con la que se afirmaba a sí misma en el mundo antiguo. Para la Ilustración la verdad no se revela sola, ha de ser revelada. Su constitución es débil, el hombre debe someterla a una terapia luminosa (Blumenberg, 1957/1993, p. 52). Así aparece en el *Discurso preliminar* de D'Alembert en la *Encyclopédie*: el universo es una obra sumamente oscura que ha de ser ocasionalmente desvelada con la ayuda del entendimiento (D'Alambert, 1751/1984). Y así figura en el frontispicio de la misma *Encyclopédie*, en esa imagen dibujada por Cochin y grabada por Prévost en la que la Verdad, asistida por la Razón y la Filosofía, resplandece e ilumina el mundo, disipando las nubes, mientras abajo otras figuras femeninas representan diversas artes y ciencias, entre las que se encuentran, naturalmente, la astronomía y la óptica.



**Figura 2.** Frontispicio de la *Encyclopédie*, grabado de Bonaventure Louis Prévost, según el dibujo de de Charles-Nicolas Cochin



La luz, por tanto, posee un rol fundamental para explicar la epistemología de la época (Hulme y Jordanova, 1990, pp. 1-15). Era la metáfora central del conocimiento y se apoyaba en la creencia de que todo conocimiento provenía de los sentidos, siendo la vista el principal y la observación la actividad característica del ser humano. De hecho, el ciego de Molyneux (la paradoja de si un hombre nacido ciego que recuperara la vista sería capaz de reconocer las cosas que había distinguido por el tacto) recorrió todas las teorías del conocimiento, desde Locke a Diderot, pasando por Berkeley y Hume. La Ilustración era un proceso de desvelamiento más que un estado, y la observación un acto más colectivo que individual, pues no conviene confundir –como ha señalado Lorraine Daston– la luz interior del misticismo y el *entusiasmo* con la luz social que a través de las cartas, las memorias, los periódicos o los experimentos se generaba (Klein, 2001, p. 149). Quizás entonces las luces del siglo se asemejaran más a una conversación ilustrativa, un acto de

pedagogía emparentado con la palabra y el diálogo. Pero en todo caso, la metáfora de la luz siguió impregnando y ha pervivido en la historia de la ciencia hasta fechas muy recientes, una disciplina que, en virtud de ese legado ilustrado, se entendió durante mucho tiempo como el avance y difusión de las luces desde unos puntos hacia otras regiones. La propagación, la iluminación de las zonas sombrías, el progreso y el desvelamiento paulatino de la verdad son algunas de las imágenes deudoras de esta metáfora de la luz.

### GOETHE Y LA TEORÍA DE LOS COLORES

No le faltaron críticos a esta visión de cómo se produce y circula el conocimiento. Tampoco le faltaron críticos a la teoría de la luz y la composición de los colores de Newton, entre los cuales Goethe ocupa un lugar distinguido, precisamente porque su crítica, situada a finales de la Ilustración, afecta doblemente a su óptica pero también a su forma de concebir la ciencia.

Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), el gran poeta y dramaturgo alemán, una figura que viene a significar para las letras germánicas lo que Shakespeare o Cervantes para sus respectivos contextos culturales, desarrolló una actividad científica más que notable. En su *Metamorfosis de las plantas* (1790) abordó el tema del crecimiento y la transformación del ser vivo a través del estudio del mundo vegetal (Goethe, 1790/1997, p. 3-138) (Pimentel, 2005). En su constante búsqueda de la unidad en la diversidad, Goethe había tratado de hallar la planta arquetípica o primordial (*Urpflanze*), una forma ideal y original de la que pensaba se derivaban y procedían los sépalos, los estambres y el resto de los órganos de floración y las hojas. Antes de la teoría celular y tras la hegemonía de la sistemática linneana, Goethe quería recomponer lo que la taxonomía había escindido, investigando el mundo de las formas (*Gestalt*) y el crecimiento (*Bildung*). Realizó esta monografía tras su viaje a Italia, cuando frecuentaba los círculos de Weimar y Jena, entre los que figuraban Herder, Schiller, Schelling y otros *naturforscher* (investigadores de la naturaleza) del romanticismo, quienes perseguían “tratar la física como un arte”. Trataban de recuperar un viejo ideal helénico, restaurar una alianza mediante la cual –en palabras de Schlegel– “todo arte llegará a ser ciencia y toda ciencia se hará arte; la poesía y la filosofía habrán de fundirse en la misma cosa” (Richards, 2002).

Entre 1790 y 1810 Goethe trabajó intensamente en su teoría de los colores, que cristalizó en la publicación de la primera versión de *Zur Farbenlehre*, un trabajo que él mismo consideró siempre como su

aportación más valiosa a la humanidad (incluyendo su fecunda y exitosa obra literaria). Está compuesto por tres partes bien diferenciadas: la parte didáctica, en la que expone el grueso de sus ideas; la parte polémica, donde impugna y desmonta la óptica newtoniana; y la parte histórica, una muy extensa colección de documentos y escritos sobre la luz y los colores desde la antigüedad hasta sus días (Goethe, 1810/1992).

Goethe comenzaba la parte didáctica indagando las relaciones entre la luz y los colores con una definición que se ha hecho clásica: “los colores son actos de la luz; actos y sufrimientos” (Goethe, 1810/1992, p. 57). A continuación exponía toda una serie de fenómenos, experiencias y particularidades de la luz con un ánimo y un estilo bien diferentes a los de la filosofía experimental: nada de experimentos cruciales ni complejos dispositivos de improbable reproducción, sino más bien observaciones y fenómenos de alcance universal. Goethe divide los colores en fisiológicos, físicos y químicos, división con la que quería romper el absolutismo de una óptica entendida como una disciplina de fenómenos objetivos susceptibles de ser reducidos a principios matemáticos, una ciencia centrada en los colores físicos. Por el contrario, Goethe otorga la máxima importancia a los colores fisiológicos, los que comprometen al órgano visual, aquellos que el ojo humano, más que percibir, genera, pues la retina produce determinados fenómenos y efectos cromáticos, como cuando tras cerrar los ojos distinguimos destellos de colores auxiliares de los recién vistos. Ciertamente, no había sido el primero en distinguirlos. Boyle los había llamado colores *advenedizos*; el propio Rizzetti *imaginarios o fantásticos*; Buffon, colores *accidentales*; Scherffer, *aparentes*; otros se referían a ellos como *ilusiones ópticas o espectros oculares*. Pero dada su fugacidad, se los había confinado “al reino de los fantasmas” (Goethe, 1810/1992, p. 69).

En cierto sentido, antes que Young, Helmholtz o Maxwell, Goethe estaba señalando el fundamento organicista y biológico de los colores y la luz, aunque desde otros principios. Para Goethe el ojo era “hijo de la luz y afín al sol” (Goethe, 1810/1992, p. 64), pues entendía la correspondencia entre el órgano y la principal fuente de luminosidad como la base de la posibilidad de conocimiento, una idea de resonancias platónicas e incluso presocráticas. Goethe atribuía al ojo (y en general a los sentidos) un papel activo y no pasivo. Habló de ello en numerosos pasajes de *Poesía y Verdad*, pero quizás ningún testimonio mejor que sus propios paisajes y dibujos, donde encauzó su vocación

plástica y visual quien puede considerarse como el penúltimo de los hombres universales (Arnaldo, 2008) (Goethe, 1810/1992).<sup>2</sup>

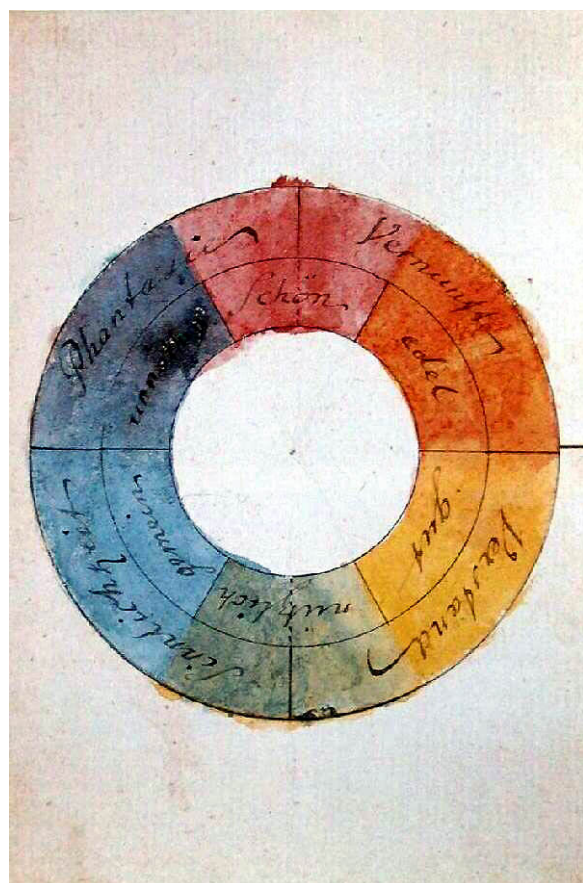
Según otro de sus célebres aforismos, el ser humano es el instrumento más preciso y el más exacto, así como el actor y el destinatario de todo acto de conocimiento, pues el hombre observa los objetos siempre en referencia a él mismo, como dejó escrito en otro de sus textos científicos de la década de 1790, el *Experimento como mediador entre sujeto y objeto* (Goethe, 1790/1997, pp. 151-165). Allí se quejaba de que “cuando se observan los objetos desde un punto de vista científico, les falta la medida del placer y del displacer, de la atracción y del rechazo, de lo útil y de lo perjudicial” (Goethe, 1790/1997, p. 151). Su concepción de lo que era un experimento difería radicalmente de la de Newton, de ahí que Fausto renegara del saber obtenido a base de torturar la naturaleza con palancas, tornillos y herramientas. Para Goethe, un experimento era una observación puntual que debía conectarse con otras y al tiempo una ocasión única para que se produjera un *aperçu*, una suerte de visión/intuición: nada más universal que el hecho concreto y nada más singular que millones de observaciones, según reza otra de sus *máximas*. Todo acto de observación es en sí un acto de teoría, pues “todo mirar se transforma en considerar, todo considerar en meditar, todo meditar en relacionar” (Goethe, 1810/1992, p. 58). En velada alusión a Newton, advertía de los peligros de sacar conclusiones precipitadas de determinados experimentos:

“(…) ya que en el paso de la experiencia al juicio, del conocimiento a la aplicación, es donde, como en un desfiladero, todos los enemigos interiores del hombre están al acecho: la imaginación (...), la impaciencia, la precipitación, la autocomplacencia, la testarudez, la mentalidad, las opiniones preconcebidas, la pereza, la ligereza, la volubilidad” (Goethe, 1790/1997, p. 157).

Luego estaban los colores físicos, poco estables y producidos por medios transparentes, translúcidos u opacos, aquellos colores generados por la luz cuando atraviesa un medio de diferente densidad, como el agua, el vidrio o los propios prismas. Entre ellos, los más importantes eran los colores dióptricos, entre los cuales figuraban los que aparecían bajo determinados fenómenos atmosféricos, como las luces a través de las neblinas, los vahos, las tonalidades de las más altas cumbres de los cielos, las primeras o las últimas luces del día. Son esos colores que interesaron a una legión de pintores, entre los que resulta tópico pero imprescindible citar a William Turner, el pintor de la

luz, que rindió tributo explícito a Goethe en sus óleos sobre el diluvio (Hamilton, 1998). Pero también en este apartado se encontraban los colores dióptricos producidos por medios transparentes, como era el caso de la refracción en los prismas, el caballo de batalla en su diatriba antinewtoniana. Goethe negó que los colores formaran parte de la luz, más bien eran gradaciones del contacto de la luz con la oscuridad, siendo el amarillo la primera variación y el azul la última, la más cercana a la sombra. Lo tradujo en su célebre círculo cromático, que refleja la disposición binaria de dicha oposición inicial (amarillo/azul) cuya intensificación, a su vez, genera el anaranjado y el violeta respectivamente hasta llegar al máximo, donde aparece el púrpura, opuesto en el círculo al verde, la mezcla de los dos primeros.

**Figura 3.** Círculo cromático de Goethe



Finalmente, estarían los colores químicos, llamados también corporales, materiales o permanentes, aquellos que se podían originar, fijar, quitar y comunicar a otros objetos de manera persistente. Tal y como habían apuntado diversos autores (desde Paracelso

a Priestley), los colores minerales tenían una correspondencia con su alcalinidad o acidez. Goethe desarrolló los principios del mencionado círculo cromático a partir de las nociones de polaridad, exaltación, culminación y modificación. Como en tantos aspectos de su pensamiento, la polaridad o complementariedad jugó un papel destacado en su teoría del color: “pues aún sin proponérselo, cada uno desea lo opuesto de sí mismo para tener el todo” había asegurado en la *Metamorfosis de las plantas* (Goethe, 1790/1997, p. 79). También aquí “el órgano visual tiende, esencialmente, a la totalidad y contiene en sí toda la gama de colores” (Goethe, 1810/1992, p. 81). En lugar de los siete colores básicos de Newton, dejó los cinco mencionados, un asunto y un dispositivo este de los círculos o discos cromáticos que más adelante perfeccionarán muchos otros, hasta que Maxwell redujera a tres los colores a partir de los cuales se obtienen (casi) todos los demás. En realidad, las gradaciones cromáticas, la taxonomía del color, era un tema del que se habían ocupado a lo largo de los siglos pintores, médicos y filósofos de la naturaleza (Ball, 2003). Ahora, a finales de la Ilustración, el problema ocupaba incluso a los botánicos, como es el caso de Tadeo Haencke, uno de los naturalistas de la Expedición Malaspina, quien viajó por América Latina con una *Carta de Colores* hoy conservada en el Jardín Botánico de Madrid (Mabberley y San Pío, 2012).

En la parte polémica de la *Farbenlehre*, su autor impugna directamente la óptica newtoniana, que había suscitado una “confianza ciega”, como si fuera portadora de una “verdad indiscutible”. Allí relata cómo Newton había abusado a la hora de “pasar de las experiencias a los principios y de los principios a las experiencias” (Goethe, 1810/1992, p. 266); de su desorden en la presentación de experimentos, multiplicados y superpuestos; de sus continuas elipsis. El experimento crucial no muestra que la luz blanca esté formada por la suma de los colores, sino que en esas circunstancias, bajo esas condiciones, la luz, en efecto, se comporta así. Pero el fenómeno de la refracción prismática no prueba la teoría newtoniana, “un vetusto castillo que, levantado por el constructor con precipitación juvenil, tuvo que ser ampliado y recondicionado gradualmente por él de acuerdo con las necesidades de la época y las circunstancias, a la vez que fortificado cada vez más para hacer frente a los enemigos” (Goethe, 1810/1992, p. 59).

Tal vez la óptica de Goethe carezca de relevancia para algunos científicos (aunque otros muchos lo hayan rescatado o salvado parcialmente, como es el caso

de Ewald Hering o el propio Heisenberg). Su impugnación de la tradición heredada es sin embargo una actitud clásicamente científica. Así, Goethe denuncia que parezca “un crimen perturbar la fe beata de la escuela newtoniana y aun la confianza ciega que todo el mundo semiculto tiene depositada en dicha escuela” (Goethe, 1810/1992, p. 273), lo que introduce un elemento fundamental para comprender cómo se construyen las tradiciones, dando cuenta, en definitiva, del carácter histórico y social (esto es, negociado, disputado y construido) de nuestros conocimientos, de todo conocimiento. Esto explica la voluminosa tercera parte dedicada a los materiales históricos. Goethe se sabe instalado en una antiquísima y riquísima tradición de la que quiere ofrecer sus hilos, una tradición que no se comporta de manera uniforme y rectilínea, sino más bien de forma sinuosa y no siempre nítida.

Su denuncia de la teoría newtoniana, pues, se dirige a la generalización abusiva del método, al imperio de las matemáticas y la geometría sobre una serie de fenómenos, ocultando así el carácter orgánico de la visión, priorizando formas artificiales y alienantes de obtención de conocimiento, desplazando en definitiva al hombre. Sin duda, son muchas las deudas que la posteridad encuentra en la teoría de Goethe en lo que hace a las dimensiones psicológicas, sensibles y morales del color, y cuyas huellas pueden rastrearse en la experimentación fisiológica, en la *Gestalt*, en la propia historia de la pintura, desde Delacroix a Kandinsky o Delaunay, en fin, en el propio Heisenberg, el autor del principio de incertidumbre y uno de los padres de la mecánica cuántica, quien manifestó mucho interés por la *Farbenlehre*.

Pero antes que Heisenberg, fue Helmholtz, el médico y físico alemán del siglo XIX, maestro de Hertz y Max Planck, quién postuló una lectura de dicha polémica que perdura hasta nuestros días, según la cual Newton ocupa el espacio de la ciencia, mientras que Goethe representa el acercamiento de un poeta. Este es el argumento clásico de las dos culturas, que ha presidido buena parte de las interpretaciones de la controversia,

tal y como desplegó Denis Sepper en su detallado estudio monográfico (Sepper, 1988, pp. 5-21).

Esta demarcación hace que la teoría de Goethe despierte cierto escepticismo, pues efectivamente nos encontramos ante una relación donde se mezclan sin solución de continuidad agudas observaciones, reflexiones variadas, intuiciones felices e manifestaciones incorrecciones. Pero esto ya forma parte de una manera de entender la historia de la ciencia a la manera que inauguró precisamente la Ilustración, como una sucesión de conquistas y alumbramientos progresivos juzgados a posteriori en función de nuestra posición respecto a dichas tradiciones. Como es obvio, no es la lectura que nosotros defendemos, aunque siga siendo la más extendida. En realidad, no se trata de rebajar la importancia de la óptica newtoniana ni de menospreciar las aportaciones de Goethe, sino de aprender de una controversia que, como suele ocurrir, pone a flote los argumentos y las estrategias de sus contrincantes. Los conflictos son ocasiones privilegiadas para acceder al corazón de la actividad científica. No se trata de tomar partido por las ideas y prácticas del pasado, sino de entender que “la historia de la ciencia es la ciencia misma”, como expresó el propio Goethe (Naydler, 2002, p. 13). Al menos, en este punto, habremos de admitir que Goethe nos sigue iluminando. Javier Arnaldo comentaba en su edición de la *Farbenlehre* que la propia aspiración de Goethe al conocimiento visual, que delata la relación del deseo de saber con el amor a la visualidad, proverbial desde la filosofía clásica, es una invitación “a la ciencia a comprometerse en el acto de *mirar*” (Goethe, 1810/1992, p. 41). Bien podemos añadir aquí que también es una llamada a la historia, guiada por ese mismo deseo escópico y comprometida con esa práctica que tiene tanto de contemplación como de búsqueda.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto Nacional HAR 2014-52157-P.

## NOTAS

- 1 Hemos manejado la extraordinaria edición en castellano que hizo y prologó Carlos Solís.
- 2 En Madrid tuvimos ocasión de apreciar estos dibujos y acuarelas gracias a la exposición del Círculo de Bellas Artes en 2008, una muestra comisariada por Javier Arnaldo, editor del *espléndido*

*catálogo* y también de la *Teoría de los colores* en castellano que hemos manejado. A su estudio introductorio remitimos al lector interesado en ampliar conocimientos sobre la teoría de los colores de Goethe.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amrine, F., Zucker, F. J. y Wheeler, H. (eds.) (1987). *Goethe and the Sciences: a Re-appraisal*. Boston: Kluwer.
- Arnaldo, J. (ed.) (2008). *Johann Wolfgang von Goethe. Paisajes*. Madrid: Círculo de Bellas Artes.
- Ball, P. (2003). *La invención del color*. Madrid: Turner.
- Bennett, J., Cooper, M., Hunter, M. y Jardine, L. (2003). *London's Leonardo: The Life and Work of Robert Hooke*. Oxford: Oxford University Press.
- Biagioli, M. (1994). *Galileo, Courtier. The practice of Science in the Culture of Absolutism*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Blumenberg, H. (1957/1993). Light as a Metaphor for Truth. At the Preliminary Stage of Philosophical Concept Formation. En Levin, D. M. *Modernity and the hegemony of vision*. Berkeley: University of California Press, pp. 30-62.
- Cantor, G. (1983). *Optics after Newton. Theories of Light in Britain and Ireland, 1704-1840*. Manchester: Manchester University Press.
- Collins, H. M. (1985). *Changing Order. Replication and induction in scientific practice*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Coopmans, C., Vertesi, J., Lynch, M. E. y Woolgar, S. (2014). *Representation in Scientific Practice*. Cambridge MA.: MIT.
- D'Alembert, J. (1751/1984). *Discurso preliminar de la Enciclopedia*. Madrid: Sarpe.
- Darrigol, O. (2012). *A history of Optics from Greek Antiquity to the Nineteenth Century*. Oxford: Oxford University Press.
- Dobbs, B. J. T. y Jacob, M. C. (1995). *Newton and the culture of Newtonianism*. New Jersey: Humanities Press.
- Goethe, J. W. (1810/1992) (ed. J. Arnaldo). *Teoría de los colores*. Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos de Murcia.
- Goethe, J. W. (1790/1997) (ed. D. Sánchez Meca). *Teoría de la Naturaleza*. Madrid: Tecnos.
- Guérlicq, H. (1981). *Newton on the Continent*. Ithaca: Cornell University Press.
- Hamilton, J. (1998). *Turner and the scientists*. London: Tate Publishing.
- Hesse, M. (1966). *Models and analogies in science*. Notre Dame: Notre Dame University Press.
- Hulme, P. y Jordanova, L. (1990). *The Enlightenment and its shadows*. London: Routledge.
- Jacob, M. C. (1976). *The Newtonians and the English Revolution, 1689-1720*. Ithaca: Cornell University Press.
- Klein, L. E. (2001). Enlightenment as conversation. En Baker, K. M. y Reill, P. H. (eds.). *What's left of Enlightenment*. Stanford: Stanford University Press, pp. 148-166.
- Koyré, A. (1979). *Del mundo cerrado al universo infinito*. Madrid: Siglo XXI.
- Lafuente, A., Valverde, N. y Pimentel, J. (2004). *El telescopio de reflexión. Newton entre luces y cristales*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Leatherdale, W. H. (1974). *The role of analogy, model and metaphor in science*. Amsterdam: North-Holland.
- Mabberley D. J. y San Pío, M. P. (2012). *La carta de colores de Haenke de la Expedición Malaspina: un enigma*. Madrid: Doce Calles.
- Naydler, J. (ed.) (2002). *Goethe y la ciencia*. Madrid: Siruela.
- Newton, I. (1704/1977) (ed. C. Solís). *Óptica o Tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz*. Madrid: Alfaguara.
- Nicolson, M. H. (1979). *Newton demands the Muse. Newton's Opticks and the Eighteenth Century Poets*. Connecticut: Greenwood Press.
- Pav, P. A. (1964). *Eighteenth Century Optics. The Age of unenlightenment* [Tesis doctoral inédita]. Indiana University: Indiana.
- Pimentel, J. (1998). *La física de la Monarquía. Ciencia y política en el pensamiento colonial de Alejandro Malaspina*. Madrid: Doce Calles.
- Pimentel, J. (2005). Entre el imperio vegetal y el sagrado enigma. Linneo, Goethe y el lenguaje de las plantas. En Olmos, R., Cabrera, P. y Montero, S. (eds.). *El reino vegetal en el imaginario religioso del Mediterráneo*. Madrid: Polifemo, pp. 297-320.
- Richards, R. J. (2002). *The romantic conception of life. Science and philosophy in the age of Goethe*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Schaffer, S. (2011). Trabajos de cristal. Los prismas de Newton y los usos del experimento. En Schaffer, S. *Trabajos de cristal. Ensayos de historia de la ciencia*. Madrid: Marcial Pons, pp. 75-121 [Trad. de Schaffer, S. (1989). Glass works: Newton's prisms and the uses of experiment. En Gooding, D., Pinch, T. y Schaffer, S. (eds.). *The Uses of Experiment: studies in the natural sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 67-104].
- Sepper, D. L. (1988). *Goethe contra Newton. Polemics and the project for a new science of color*, Cambridge: Cambridge University Press.