The genesis of the “optics bible” book: The Born and Wolf

La génesis de la “biblia de la óptica”: El Born and Wolf

S. Barbero^{1S*}

1. Instituto de Optica (IO, CSIC), C/ Serrano 121, 28006, Madrid

(*) E-mail: sergio.barbero@csic.es

S: SEDOPTICA member

Received: 29/01/2019

Accepted: 27/05/2019

DOI: 10.7149/OPA.52.1.51019

ABSTRACT:

The *Principle of Optics* is definitely the most used optical book in the last sixty years and one of the great books of science of the twentieth century. It is, in fact, a reworking and extension of a book in German (*Optik*) previously written by Max Born. In this article, we intend to explain how the genesis of the *Optik* was and its subsequent transformation into the *Principle of Optics*.

Key words: Principle of Optics, optics history, Max Born, Emil Wolf.

RESUMEN:

El *Principle of Optics* es, sin duda, el libro de óptica más utilizado en los últimos sesenta años y uno de los grandes libros de ciencia del siglo XX. Es, en realidad, una reelaboración y extensión de un libro en alemán (*Optik*) previamente escrito por Max Born. En este artículo se pretende explicar cómo fue la génesis del *Optik* y su ulterior transformación en el *Principle of Optics*.

Palabras clave: Principios de la Óptica, historia de la óptica, Max Born, Emil Wolf.

REFERENCES AND LINKS / REFERENCIAS Y ENLACES

- [1] T. P. Jansson (ed.), *Tribute to Emil Wolf: Science and engineering legacy of physical optics*. Washington, SPIE Press (2004).
- [2] N. T. Greenspan, *The end of a certain world. The life and science of Max Born*, Nueva York, Basic Books (2005).
- [3] S. Barbero, *Max Born*. Madrid, Fundación Emmanuel Mounier (2015).
- [4] S. Barbero, “Max Born, el hombre que hizo a Dios jugar a los dados”, *Revista Española de Física* 32(2) (2018), p. 57-64.
- [5] M. Born, *My life: Recollections of a Nobel Laureate*, Nueva York, Charles Scribner’s Sons (1978).
- [6] M. Born, H. Born, *Ciencia y conciencia en la era atómica*, Madrid, Alianza Editorial (1971).
- [7] Max Born entrevistado por Thomas Kuhn (18 octubre 1962). <https://www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4522-4>
- [8] J.M Sánchez-Ron, *Historia de la física cuántica. 1. El período fundacional (1860-1926)*. Barcelona, Crítica, (2005).
- [9] Victor Weisskopf entrevistado por Thomas Kuhn (10 julio 1963). <https://www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4944>

1. Introduction

El *Principle of Optics* (del que se cumplen, en 2019, sesenta años desde su primera publicación) es uno de los libros clásicos de la literatura científica del siglo XX; puede que esté entre los tres primeros por número de citas en el área de física [1]. En cualquier caso es, indudablemente, el libro que más ha influido en el ámbito de la óptica durante el siglo pasado y quizá el presente. Su historia es verdaderamente singular porque abarca varias décadas e involucra a múltiples autores, reimpressiones, ediciones, etc. Algo inusual

para la época actual, en la que la vida media de un libro nuevo (libros de ciencia, por supuesto) apenas alcanza unos años y donde conseguir segundas o terceras ediciones es un verdadero milagro.

El *Principle of Optics* surgió como la reelaboración de un libro anterior, escrito en alemán por Max Born (1882-1970): *Optik: Ein Lehrbuch der elektromagnetischen Lichttheorie*, publicado en 1933. Este libro ofreció una de las primeras exposiciones sistemáticas de la teoría electromagnética de la luz, con lo que se convirtió en un referente de gran importancia. Escudriñar, pues, la génesis del *Principle of Optics* significa también adentrarse en la vida de uno de los físicos más importantes del siglo XX: Max Born [2,3,4,5].

Born, personaje poliédrico a pesar de su talante discreto, destacó, entre otras cosas, por sus grandes dotes como divulgador científico. En 1920 publicó un libro de divulgación (en alemán) sobre la teoría de la relatividad de Einstein que tuvo un éxito arrollador, siendo, al poco, traducido al español ¡sorprendentemente antes que al inglés! [3]. El enfoque divulgativo del libro fue bastante novedoso ya que explicaba conceptos complejos a un público general a través de la exposición de cómo estos conceptos habían evolucionado históricamente. Este estilo historicista sería un signo de casi todos sus libros posteriores, incluido el *Principle of Optics*. Otro de sus libros de divulgación que alcanzó cierta fama fue: *El Universo sin descanso*, escrito durante su etapa en la Universidad de Cambridge (1933), publicado en 1936 y reeditado por Dover en 1951. Es éste un logro alcanzado por casi todos los libros de divulgación de Born: fueron profusamente reeditados. También tuvieron mucha relevancia sus tratados generales, género en el cual el *Principle of Optics* no fue único. De hecho, la historia del *Principle of Optics* es, en cierto modo, paralela a otro de los grandes libros de Born: *Dynamic der Kristallgitter* (Teoría dinámica de redes cristalinas), publicado en 1915, en plena Guerra Mundial, por la editorial Teubner de Leipzig. Fue el primer libro que publicó Born — trabajo por el cual no recibió remuneración alguna—. De la misma manera que su *Optik* se convirtió, en época posterior, en el *Principle of Optics* gracias a su colaboración con Emil Wolf, *Dynamic der Kristallgitter* se convertiría, en colaboración con su amigo chino Kun Huang, en un nuevo libro titulado *Dynamic Theory of Crystall Lattices*, publicado en 1954 por Clarendon Press, Oxford (p 77. [6]).

Conocer, y amar, un campo del conocimiento, como es la óptica, conmina también a conocer la historia del libro determinante para varias generaciones de científicos dedicados a estudiar la luz. Este artículo pretende, primero, mostrar el largo camino que condujo a Max Born a escribir su *Optik* (sección 2), después, exponer los azarosos eventos que acaecieron para que apareciese la edición alemana de *Optik* y su posterior difusión (sección 3) y, por último, relatar como Born culminó, con ayuda de Emil Wolf, el proyecto de crear la que se convertiría en la verdadera “biblia de la óptica”: el *Principle of Optics* — o como coloquialmente se le llama en el ámbito hispano: el *Born and Wolf*—. Conviene advertir que el peso mayor de este trabajo se ha puesto en las secciones segunda y tercera.

Fig.1. Max Born en los años veinte.
Extraída de Wikipedia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Max_Born.jpg

2. El aprendizaje de la óptica de Max Born

2.a. Escuela y universidad en Breslavia

Max Born nació en Wroclaw (en aquella época la alemana Breslavia) en 1882. Recibió su formación escolar en un *gymnasium*, lugar donde el espíritu pedagógico fomentaba una educación clásica. Con todo, su padre Gustav, profesor de embriología en el Instituto de Anatomía, procuró que su hijo aprendiese ciencias

naturales. Su interés por la óptica surgió ya, en esta, su primera época escolar. Su profesor de matemáticas (Dr. Maschke) le contagió su pasión por las ciencias naturales; percatándose del entusiasmo de su alumno, le solicitó su colaboración para la preparación de prácticas de laboratorio entre las que se incluían: “*conectar y cambiar circuitos eléctricos o ajustar lentes en un banco óptico*” (p.32 [5]).

Posteriormente Born comenzó sus estudios universitarios en la Facultad de Filosofía, en la cual se impartían estudios muy variados de ciencias naturales y humanidades. En aquella época las universidades alemanas dejaban bastante libertad al alumno para elegir sus asignaturas. Born se matriculó de cursos de zoología, física, química, matemáticas, etc. (p.22 [2]). A pesar de tan dispares intereses lo que más atrajo su atención fueron los estudios de astronomía y matemáticas. Su influyente amigo, Otto Toeplitz (1881-1940), le convenció para que prosiguiese sus estudios matemáticos en Gotinga, por aquella época la más prestigiosa universidad en este ámbito.

2.b. Etapa universitaria en Gotinga

En Gotinga, Born tuvo la fortuna de tener profesores de la talla de Hermann Minkowski (1864-1909) y David Hilbert (1862-1943), de quien se convertiría en su asistente personal. Otro profesor muy importante de esta época fue el físico Woldemar Voigt (1850-1919), quien ostentaba la cátedra de física teórica de la Universidad de Gotinga. Max asistió a sus clases teóricas sobre óptica y más tarde a un curso avanzado sobre óptica experimental; aunque, al principio, las clases de Voigt no le entusiasmaron mucho (paradójicamente porque contenían cálculos muy tediosos, a pesar de su inclinación por las matemáticas). De hecho, estuvo a punto de abandonar el curso de Voigt y si no lo hizo fue, en parte, gracias a la insistencia de un compañero de clase, Max von Laue (1879-1960) — quien acabaría siendo galardonado con un premio Nobel de Física en 1914 por sus descubrimientos de la difracción de los rayos X en materiales cristalinos —.

En los cursos de Voigt, Born adquirió “*una base muy sólida en Óptica*” (p.34 [6]) y además supo de los últimos avances que tendrían una gran repercusión en la óptica futura: óptica electromagnética, espectroscopía y la interacción de la luz con los materiales con estructura cristalina. Born acabaría reconociendo la influencia de los cursos de Voigt en su futuro tratado de óptica (p. 88 [5]): “*Lo que aprendí allí creó las raíces sobre las que crecería, veinticinco años después, mi propio libro de texto en óptica*”.

La influencia determinante que Voigt ejerció en Born queda patente por la respuesta que Born dio al físico y filósofo Thomas Kuhn cuando años después, en 1964, este le preguntó a Born quienes habían sido los físicos que más influyeron en él durante su etapa de estudiante en Gotinga [6]:

“Recibí varios cursos, la mayoría de los cuales he olvidado, pero uno de ellos permaneció en mi memoria porque era un curso de óptica impartido por Voigt. Hicimos todos los experimentos ópticos fundamentales sobre la interferencia, la difracción, y otros, con nuestras propias manos. Y este fue un muy buen curso, muy bien preparado. Para cada experimento se preparaba un texto donde se explicaba el experimento, y uno tenía que completar ciertas partes sobre lo que se estaba haciendo y, después, anotar las medidas y otras cosas más. Las clases estaban muy bien preparadas, y aprendí mucho allí. Este fue mi único contacto real con la óptica aplicada; por eso es por lo que he escrito dos grandes libros de texto de óptica, y siempre me avergüenzo de que, desde aquellos tiempos, no haya vuelto a ver aquellos experimentos. Bueno, he visto todos en los libros, pero hace mucho tiempo ya.”

Fig. 2. Woldemar Voigt, de quien Born aprendió óptica en Gotinga.
Extraída de Wikipedia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Woldemar-Voigt_1850-1919.jpg

2.c. Inicio de investigación en Breslavia

Después de su exención del servicio militar, por sus problemas de asma, Born consiguió un puesto de investigador en el laboratorio de física de la Universidad de Breslavia, bajo la dirección de Otto Richard Lummer (1860-1925) y Ernst Pringsheim (1859-1917); allí estaría poco más de un año, desde el verano de 1907 a otoño de 1908. Born tuvo que involucrase en experimentos de óptica, en particular unos relacionados con el estudio de la radiación del cuerpo negro —tema de gran importancia desde las propuestas revolucionarias de Planck al respecto—. De hecho, fue a través de Lummer como Born descubrió los trabajos de Planck en 1903 [7]. Algo importantísimo en la vida de Born, teniendo en cuenta su protagonismo en el desarrollo de la mecánica cuántica de los años veinte.

Lummer era uno de los más relevantes investigadores en el área de óptica de la época, tanto a nivel teórico como práctico y, en especial, en la fotometría. Desde 1894 a 1904 dirigió el Laboratorio de Óptica del prestigioso *Physikalisch-Technische Reichsanstalt* (PTR) en Berlín, donde, desde finales del siglo XIX y principios del XX, se llevó a cabo un intensivo programa en el que se pretendía establecer procedimientos estándares para medir las propiedades de la luz tales como la intensidad lumínica (pp. 124-126 [8]). En 1904, Lummer dejó el PTR para incorporarse a la cátedra de Física de la Universidad de Breslavia.

También en Breslavia Born conoció a Rudolf Ladenburg (1882-1952), de quien recuerda que [7]: “*Aprendí los primeros problemas reales de la física — el problema óptico de la coherencia de ondas y otras cosas que no había escuchado jamás—*”. Durante este periodo Born descubrió que no estaba muy dotado para la experimentación. En un experimento, que tenía a su cargo, ocasionó involuntariamente una pequeña inundación en el laboratorio, lo cual provocó un monumental enfado de Lummer, el cual incluso se llegó a plantear seriamente despedir a Born mientras le increpaba (p. 41 [2]): “*Nunca serás un físico*”.

A raíz de sus malas experiencias de laboratorio, Born dirigió definitivamente su atención a la física teórica. En 1908 regresaba a Gotinga para trabajar con su antiguo maestro, Minkowski, en la teoría de la relatividad espacial. Desgraciadamente Minkowski fallecía al poco tiempo de llegar Born a Gotinga, por lo que Born finalmente presentó su trabajo de habilitación con Voigt en un tema relacionado con la electrodinámica. Tras su habilitación, Born inició un amplio programa de investigaciones que abarcaba temas tan variados como la estructura de los cristales —en compañía de Theodore von Karman (1881-1963)— o la relatividad. En este prolífico periodo escribió su primer artículo de óptica (sobre la propagación de la luz) en la revista berlinesa *Handwörterbuch der Naturwissenschaften* (p. 153 [5]). Su siguiente contacto con el mundo de la óptica vendría en 1912, cuando Born fue invitado por Albert Michelson para dar una conferencia sobre la teoría de la relatividad especial en la Universidad de Chicago. Aquellos días Born dedicó buena parte de su tiempo libre a realizar experimentos espectroscópicos usando las redes de difracción de Michelson. (p.34 [6]). Born aparecía ante los ojos de sus colegas como un prometedor científico; a finales de 1913 había publicado ya veintisiete artículos (p. 62 [2]). Además, durante este periodo fue cuando Born escribió su primer libro: *Dynamic der Kristallgitter*.

2.d. Profesor en Frankfurt

En 1919 Born ocupó el puesto de Profesor Ordinario en la Facultad de Ciencias de Frankfurt. Allí dirigió el laboratorio en el que tuvo lugar el famoso experimento de Otto Stern (1888-1969) y Walter Gerlach (1889-1979), que fuera tan determinante para la aceptación de la nueva física cuántica. A pesar de que Born había renunciado a realizar trabajos experimentales, siguió de cerca los trabajos de Stern. Uno de los objetivos de Stern era la detección de átomos de plata en pequeñas cantidades. Para este fin Stern y Born idearon un interferómetro para ser usado en conjunción con un microscopio. El sistema tuvo tanto éxito que más tarde sería utilizado por la empresa Zeiss [7]: “*Fue, más tarde, producido por la empresa Zeiss y, de hecho, estuvo en su catálogo y se vendió con fines médicos.*” Esta fue, pues, otra de las incursiones de Born al mundo de la óptica instrumental.

3. La publicación de *Optik* (1933)

3.a. La primera edición de *Optik*.

El prestigio de Born creció con lo que pudo regresar a Gotinga. A partir de abril de 1921 empezó a dirigir la sección teórica del Departamento de Física de la Universidad de Gotinga. La década de los veinte fue la época de mayores contribuciones científicas de Born; en especial en el desarrollo de la mecánica cuántica, de la cual él fue uno de sus mayores exponentes. Sin embargo, el estrés de “competir” con jóvenes y talentosos

investigadores como Werner Heisenberg (1901-1976) y Wolfgang Pauli (1900-1958), a lo que hay que añadir otros factores personales, hicieron que Born tuviese un ataque de nervios en el invierno de 1928 [3].

Paradójicamente, debemos agradecer a su crisis nerviosa de 1928-1929 el hecho de que Born se plantease escribir algunos libros de divulgación (p. 241, [5]): “No me encontraba lo suficientemente fuerte para retomar el trabajo científico y, por tanto, decidí organizar y desarrollar los apuntes de algunas de mis clases con la finalidad de publicarlos en el futuro”. Primero pensó en escribir un tratado sobre termodinámica, pero (p. 241, [5]): “como esto exigía una gran concentración, me rendí y orienté mi atención hacia mis clases de óptica de las cuales no solo tenía buenos apuntes, sino que incluso algunas partes estaban explicadas en detalle”. En opinión del propio Born (p.35 [6]): “Esta circunstancia demuestra que para escribir una obra docta no es necesario especializarse en la materia, sino que basta con abarcar y elaborar concienzudamente la parte esencial”. Hay que puntualizar que no existían tratados sobre la teoría electromagnética de la luz en alemán; por lo que Born pretendía rellenar un hueco en la bibliografía científica alemana.

Born utilizó, pues, como punto de partida, los textos que había elaborado para impartir sus clases de óptica, a su vez esencialmente basados en sus apuntes recogidos en las clases de Voigt, aunque con algunas actualizaciones (p. 162 [2]). A pesar de disponer de este material, la tarea no fue tan sencilla como Born se había imaginado. Su buena disposición colisionaba con una apretada agenda, así que no le quedó más remedio que levantarse temprano todas las mañanas para poder avanzar con el libro. Como era usual en la época (y como Hilbert había hecho con él mismo cuando era su estudiante) Born se sirvió de dos estudiantes (p. 241 [5]), H. Lieb y W. Weppner, para transcribir el texto a partir de su dictado, comprobar algunos cálculos y, por último, preparar las numerosas figuras que acompañaban al texto.

La edición alemana *Optik: Ein Lehrbuch der elektromagnetischen Lichttheorie* (Óptica: Tratado sobre la teoría de la luz electromagnética) apareció publicada por Springer en 1933. El libro, que constaba de nueve capítulos, comienza con una breve introducción al desarrollo de la historia de la óptica (8 páginas) y continua con los siguientes capítulos: 1) Teoría electromagnética de la luz para cuerpos isotrópicos transparentes; 2) Óptica geométrica; 3) Interferencia; 4) Difracción; 5) Cristalografía óptica; 6) Óptica de metales; 7) Óptica molecular; 8) Emisión, absorción, dispersión.

Con una aportación más especializada que la que hicieron Lieb y Weppner, Born contó con la colaboración de algunos de sus pupilos. Lothar Wolfgang Nordheim (1899-1985) ayudó con la sección de medios cristalinos en el capítulo VI. Walter Heitler (1904-1981) —su habilitación fue dirigida por Born en 1929— se encargó de elaborar la relación entre las aberraciones geométricas y las ondulatorias en el capítulo IV. Otro pupilo que participó activamente en el libro fue Edward Teller (1908-2003), a quien Born consideraba una “inusual persona de talento”. Teller llegó a Gotinga en junio de 1931, recomendado por Heisenberg. Se encargó del efecto Raman (secciones de los capítulos VII y VIII). A pesar de todas estas colaboraciones, Born siempre mantuvo un control completo de los contenidos, tal como muestra el siguiente testimonio [9] de Victor Weisskopf (1908-2002), a quien Born pidió que escribiese un borrador del capítulo VII:

“Fue en este momento cuando escribió su libro de óptica, donde yo escribí un capítulo; un capítulo de física clásica sobre la teoría de la refracción. En el prólogo se dice qué capítulo es. Me gustó mucho; fue una especie de tarea, que me encomendó. [...] Recuerdo dárselo, y creo que hice un buen trabajo, pero a Born no le gustó mucho porque mi enfoque era muy diferente del suyo que era muy formal. Por ejemplo, Born me reprochó seriamente, y quizás de manera justificada, mis descuidos matemáticos. Entonces tenía la sensación de que él me había juzgado injustamente y ahora estoy convencido de ello; no vio la parte física de mi enfoque, la cual era conveniente. Creo que todavía tengo el manuscrito.”

A pesar de todo el esfuerzo realizado, con el ascenso de los nazis al poder, el libro de Born fue clasificado de “ciencia judía” y vetado. Muy pocos ejemplares se vendieron y el propio Born sólo pudo mantener uno de ellos y que acabaría en el departamento de física de Edimburgo, donde Born finalizaría su etapa académica. Además, Born sólo pudo recibir una pequeña remuneración inicial en concepto de pagos por derecho de autor. El veto nazi no pudo impedir (lo cual hace aún más encomiable al *Optik*) que el libro influyese más de lo esperable. Así lo recuerda Born (p. 242, [5]): “Después de la Segunda Guerra Mundial, el rector de la Universidad de Edimburgo, el físico Sir Edward Appleton, me dijo que una foto-reimpresión de mi libro estaba disponible en Estados Unidos, y que además se había utilizado mucho en investigación en radares, en particular en la propagación de ondas electromagnéticas de onda larga”. De hecho, Born intentó recibir derechos de autor por las copias que de su libro se habían vendido en Estados Unidos, aunque con poca fortuna.

En 1965 saldría una segunda edición de *Optik*; en realidad reimpresión, ya que no contenía cambios sobre la primera edición. Y esto, a pesar de que la primera versión ampliada del *Principle of Optics* ya se había publicado en 1959. Una última reimpresión de *Optik* apareció en 1972.

Fig.3. Portada de la reimpresión de *Optik* (1965). Página escaneada.

4. La génesis y publicación del *Principle of Optics*

A pesar de que, como hemos visto, el *Optik* había sido utilizado en Estados Unidos, tras la Segunda Guerra Mundial era evidente que era un libro un tanto desactualizado, por no decir que el hecho de estar escrito en alemán limitaba seriamente su difusión internacional. No es de extrañar, pues, que no pocas voces sugiriesen y animasen a Born a que hiciese una nueva edición actualizada y escrita en inglés; una de estas voces destacó sobre todas ellas: Edward Appleton (p. 242, [5]).

Born contactó con Paul Rosbaud (1896-1963), quien había sido editor en Springer (p. 292, [2]). Rosbau, en compañía de Robert Maxwell, había fundado en 1948 la editorial Butterworth-Springer, que en 1951 pasaría a llamarse Pergamon Press. La idea original fue crear una revisión ampliada en tres volúmenes con la participación de varios autores, por lo que, dada la avanzada edad de Born, parecía clara la necesidad de otros coordinadores. Se pensó en Denis Gabor (1900-1979) y en Harold Hopkins (1918-1994). Sin embargo, Hopkins acabó rechazando la propuesta por falta de disponibilidad. Fue entonces cuando entró en escena Emil Wolf (1922-2018).

Emil Wolf se había doctorado en 1948 en la Universidad de Bristol, tras lo cual había trabajado durante dos años en el Observatorio de la Universidad de Cambridge como asistente de Edward Linfoot (1905-1982). Durante este periodo solía asistir, en Londres, a las reuniones del grupo de óptica de la Sociedad Británica de la Física. Allí conoció a Gabor, quien propuso a Wolf como sustituto de Hopkins; propuesta que Born acabó aceptando [1]. Wolf recuerda que le sorprendió sobremanera que Born (cuarenta años mayor que él) aceptase la propuesta de Gabor, siendo él un auténtico novato en el mundo de la óptica, con sólo dos publicaciones publicadas en el campo (p. 32 [1]). La decisión de Born probablemente se debió a que confiaba plenamente en el criterio de su amigo Gabor. Para afianzar la colaboración Born consiguió un puesto como asistente para Wolf en la Universidad de Edimburgo, lugar al que Wolf se incorporaría en enero de 1951.

La distribución del trabajo fue la siguiente: Born trabajaría en la adaptación de *Optik* al nuevo proyecto y Gabor y Wolf se encargarían de la preparación de material nuevo. Lamentablemente, al poco tiempo de empezar a trabajar, Gabor también acabó renunciando al proyecto (por las mismas razones que Hopkins) y se limitó a escribir un capítulo sobre la óptica de los electrones. Así que el bloque del trabajo recayó sobre Wolf. Con tantos cambios no es de extrañar que aunque Born pretendiese que el libro estuviese finalizado en el plazo de un año y medio, el proyecto acabase alargándose durante ocho años.

La primera edición del libro *Principle of Optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and* apareció publicada por Pergamon Press en 1959. Constaba de catorce capítulos que contenían casi todo lo expuesto en *Optik* salvo la parte de óptica molecular. El libro, como en su día la edición de *Optik*, comienza con una breve introducción al desarrollo de la historia de la óptica y continua con los siguientes capítulos: I) *Basic properties of the electromagnetic field*. II) *Electromagnetic potentials and polarization*; III) *Foundations of geometrical optics*; IV) *Geometrical theory of optical imaging*; V) *Geometrical theory of aberrations*; VI) *Image-forming instruments*; VII) *Elements of the theory of interference and interferometers*; VIII) *Elements of the theory of diffraction*; IX) *The diffraction theory of aberrations*; X) *Interference and diffraction with partially coherent light*; XI) *Rigorous diffraction theory*; XII) *Diffraction of light by ultrasonic waves*; XIII) *Optics of metals*; XIV) *Optics of crystals*.

Como ya hiciese Born en el *Optik*, Wolf y Born contaron con un amplio conjunto de colaboradores, muchos de ellos jóvenes investigadores. El capítulo VI (el más ingenieril y aplicado) fue escrito por Patrick Arthur Wayman (1927-1998), un estudiante de doctorado en un Observatorio Astronómico (Warner & Swasey y Yerkes). El capítulo VII, partiendo de la adaptación de Born, fue ampliado y reescrito por W. L. Wilcock. El capítulo XI fue redactado por Phillip Charles Clemmow, matemático que se había especializado en la descomposición en ondas planas de los campos electromagnéticos. El capítulo XIII fue, en principio, adaptado de su homólogo en *Optik* y después revisado por A. M. Taylor. Y lo mismo se hizo con el capítulo XIV por parte de Alexander Rawson Stokes (1919-2003), un nombre que sería importante en el descubrimiento de la estructura helicoidal del ADN.

Principles of Optics

*Electromagnetic Theory of Propagation,
Interference and Diffraction of Light*

by

MAX BORN
M.A., Dr.Phil., F.R.S.

Nobel Laureate
Formerly Professor at the Universities of Göttingen and Edinburgh

and

EMIL WOLF
Ph.D., D.Sc.

Professor of Physics, University of Rochester, N.Y.

with contributions by

A. B. BRATA, P. C. CLEMMOW, D. GABOR, A. R. STOKES,
A. M. TAYLOR, P. A. WAYMAN and W. L. WILCOCK

SIXTH (CORRECTED) EDITION

PERGAMON PRESS

OXFORD · NEW YORK · BEIJING · FRANKFURT
SAO PAULO · SYDNEY · TOKYO · TORONTO

Fig.4. Portada de la sexta edición de *Principles of Optics* (1980). Página escaneada.

La primera edición del *Principle of Optics* contenía varios apéndices en los que se trataban con más detalle distintos aspectos matemáticos y físicos. Entre ellos destacan los dos primeros (auxiliares al capítulo III sobre óptica geométrica). El anexo I versa sobre el cálculo de variaciones, para el cual Born se basó en las notas que tomó sobre las lecciones correspondientes de Hilbert en su época de Gotinga. Born las incluyó en este apéndice “a fin de mantenerlas vivas para los físicos” (p 18. [6]). El anexo II (redactado por Gabor) trata sobre la analogía entre óptica geométrica, mecánica clásica y óptica electrónica.

El capítulo X, sobre coherencia parcial, fue un empeño personal de Wolf. Su redacción final hizo que el libro se retrasase, lo cual irritó a Born, quien recriminó a Wolf en una carta (p. 45 [1]): “¿Quién, aparte de ti, está interesado en la coherencia parcial? Deja fuera este capítulo y manda el resto a los impresores”. Es obvio que Wolf demostró su lucidez al incluir ese capítulo (además de su audacia al rebatir a Born en este punto) ya que la teoría de la coherencia parcial sería crucial para explicar el funcionamiento de la luz láser. El libro también sería pionero en la exposición, por primera vez, de la holografía, en particular en la sección décima del capítulo VIII.

5. Ediciones posteriores del *Principle of Optics*.

Tres años después de la primera edición del *Principle of Optics* se publicaba una segunda edición con algunas correcciones, añadidos menores y alguna referencia nueva. Injustamente, la editorial Springer reclamó derechos de autor a Born por los contenidos adaptados de la edición de *Optik*. El propio Born recordaría con acritud (p. 243, [5]): “*Wolf y yo estamos actualmente (noviembre de 1961) involucrados en una demanda de arbitraje con los editores sobre los derechos de autor para las ventas estadounidenses y otros asuntos. Escribir libros de texto sobre óptica parece no traer más que problemas*”.

En 1963 saldría la tercera edición, de nuevo con pequeñas correcciones y algunas referencias nuevas. En la cuarta edición (1968) Born y Wolf reconocían que “*debido al tamaño apreciable de este trabajo, no se consideró práctico incorporar en esta nueva edición material adicional relacionado con los desarrollos más recientes en óptica*”. Lo cual no es de extrañar ya que Born, siendo un anciano de 85 años, empezaba a tener serios problemas de salud. De hecho, sería la última edición que viese, ya que murió el 5 de enero de 1970.

La siguiente edición, la quinta, de 1974 (con Emil Wolf como único editor) introduciría los primeros materiales nuevos verdaderamente significativos (sobre todo en el ámbito de la óptica de metales) desde la edición original de 1959. La última edición en Pergamon fue la sexta (1985) que apenas hacía alguna pequeña corrección. Con Pergamon, *Principle of Optics* había vivido seis ediciones y diecisiete impresiones. A partir de entonces *Cambridge University Press* se hizo con los derechos y Emil Wolf pudo, en 1999, sacar una séptima edición ampliamente extendida. El *Principle of Optics*, como ahora se le conoce sigue creciendo más allá de su creador original: Max Born.