

«Estoy convencido de que la Física Teórica es, realmente, filosofía» (Max Born)

Augusto Beléndez Vázquez

Física para tod@s (11/12/2015)

<https://blogs.ua.es/fisicateleco/2015/12/max-born/>

“Estoy convencido de que la Física Teórica es, realmente, filosofía. Ha derribado conceptos básicos, por ejemplo, sobre el espacio y el tiempo (relatividad), la causalidad (teoría cuántica), sobre la sustancia y la materia (atómica) y nos ha enseñado nuevos métodos de pensamiento (complementariedad) que son aplicables mucho más allá de la Física.”

Max Born – Premio Nobel de Física en 1954

Max Born nació el 11 de diciembre de 1882 en Breslau, entonces la capital de la provincia prusiana de Silesia y hoy la ciudad de Wrocław en Polonia. En 1904 entró en la Universidad de Gotinga, “la meca de las matemáticas teutonas” como Born la denominaba, donde entró en contacto con tres renombrados matemáticos: Felix Klein (1849-1925), David Hilbert (1862-1943) y Hermann Minkowski (1864-1909). En Gotinga asistió fundamentalmente a las clases de Minkowski y Hilbert, del cual pasó a ser su “ayudante particular”, lo que le permitió verle y oírle a diario. Born no sólo estudió matemáticas sino también física y, en particular, asistió clases de óptica y a un curso avanzado sobre experimentos ópticos. Años después, en 1912, fue invitado por Albert Michelson (1852-1931) a impartir una conferencia sobre Relatividad en la Universidad de Chicago y Born aprovechó esta estancia para realizar experimentos de Espectroscopía con la magnífica instrumentación óptica disponible en el laboratorio de Michelson. Todo ello proporcionó a Born una base muy sólida en óptica lo que le permitió escribir el libro *Optik* [en alemán] en 1933 y en colaboración con Emil Wolf (1922-2018) el libro *Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light* en 1959, el famoso “Born and Wolf”.

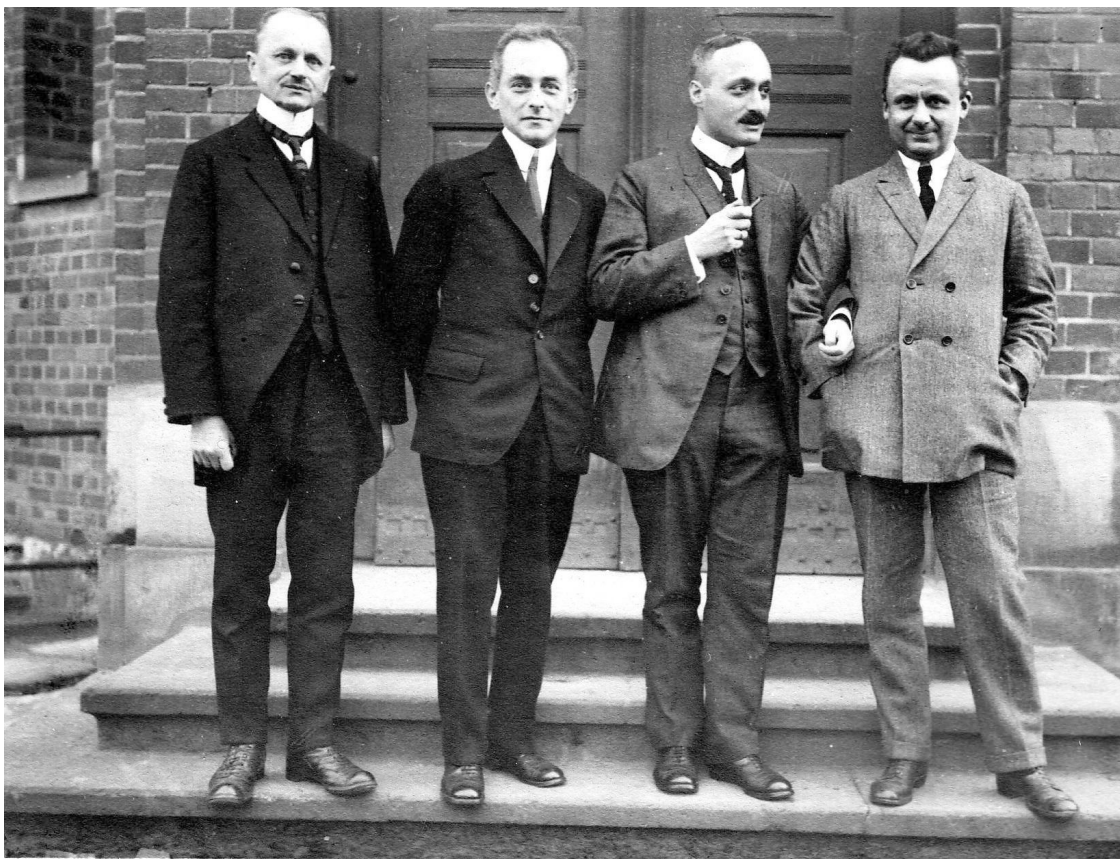
Después de doctorarse y hacer el servicio militar tuvo la oportunidad de realizar una estancia de seis meses en la Universidad de Cambridge para ampliar estudios sobre física donde asistió a las clases de Joseph Larmor (1857-1942) y J. J. Thomson (1856-1940). Regresó a Alemania en 1908 descubrió la Teoría de la Relatividad Espacial de Einstein y trabajó en Gotinga de nuevo con Minkowski sobre esta teoría hasta que éste falleció en 1909. En 1915 marchó a Berlín donde ocupó una cátedra pero la Primera Guerra Mundial interrumpió su carrera científica al ser movilizado. Estuvo en el servicio de radiotelegrafía de la aviación y luego en un departamento de investigación de la artillería para trabajar en el “procedimiento fonométrico” que permitía localizar las baterías enemigas midiendo en distintos lugares el tiempo que tardaba en oírse la

explosión de salida. Casualmente, el físico Lawrence Bragg (1890-1971) también estuvo realizando los mismos estudios para el ejército británico. Max Born trabajaba con varios físicos en sus estudios fonométricos y en los ratos libres realizaban trabajos científicos, como la Teoría de Born-Haber que desarrolló junto con el químico Fritz Haber (1868-1934).



Max Born. Créditos: Wikipedia.

En 1919 intercambió con Max von Laue (1879-1960) su plaza de Berlín por la que tenía Laue en Frankfurt, en cuya Universidad había un Instituto de Física Teórica del que Born fue nombrado director. En Frankfurt su primer ayudante fue Otto Stern (1888-1969), un gran físico experimental que fue el primero en demostrar experimentalmente en 1920 la ley de distribución de velocidades moleculares de Maxwell utilizando rayos moleculares de plata. En 1922 Otto Stern junto con Walther Gerlach (1889-1979) también llevaron a cabo el famoso experimento de Stern-Gerlach, considerado como una de las demostraciones de ayudaron a sentar las bases experimentales de la mecánica cuántica. Después de dos años en Frankfurt, Born regresó a Gotinga en 1921 para suceder a Peter Debye (1884-1966) como director del Instituto de Física, tanto de la división teórica como de la experimental. Sin embargo, Born pensaba que no estaba capacitado para dirigir un centro de investigación experimental por lo que consiguió que su viejo amigo James Franck (1882-1964) fuera contratado para dirigir la sección experimental, ocupándose Born entonces de la sección teórica. Había un tercer instituto cuyo director era Robert Wichard Pohl (1884-1976). No cabe la menor duda de que el traslado de Born a Gotinga en 1921 marcó el inicio del periodo más fecundo de su vida así como el de una de las épocas de más esplendor de la Física en Alemania.



Die Bornen

Franckfeier 1923

Los “peces gordos” de Gotinga en 1923. De izquierda a derecha: Max Reich, Max Born, James Franck y Robert Wichard Pohl. Créditos: Wikipedia.

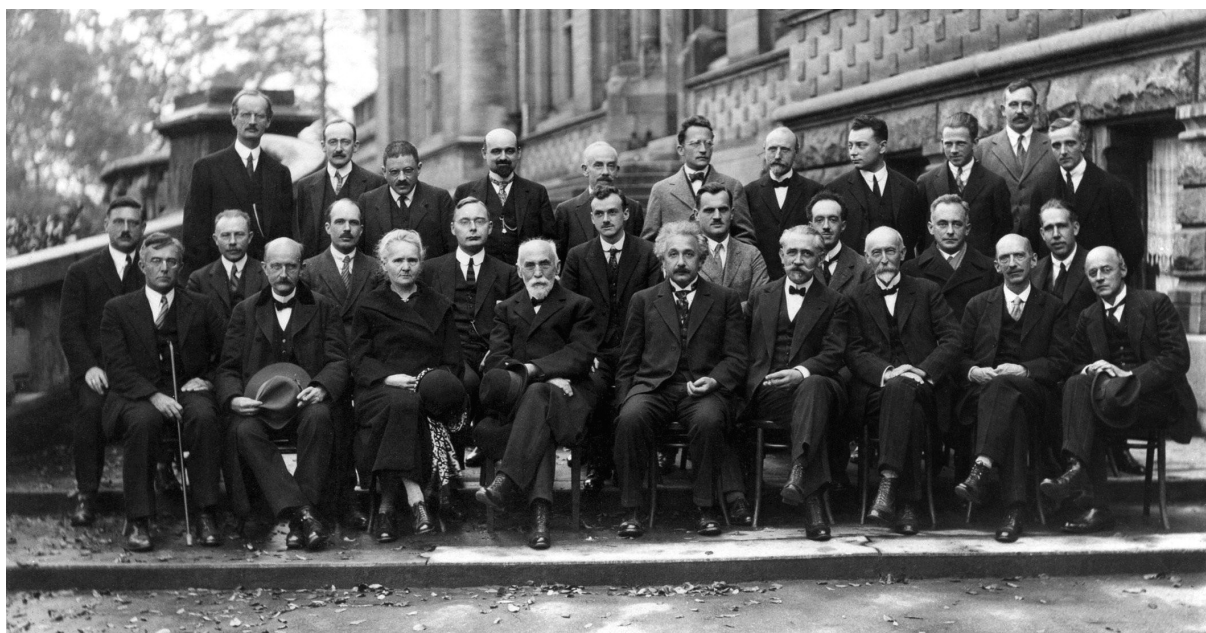
En su tercer periodo en la Universidad de Gotinga, Born trabajó en teoría atómica de los sólidos pero pronto su interés se centró en la teoría cuántica. Junto con Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg (1901-1976) y Pascual Jordan (1902-1980) iniciaron el descubrimiento de una nueva “mecánica cuántica”. De hecho, la denominación “mecánica cuántica” es debida precisamente a Born. En 1925 Heisenberg publicó un artículo en el que desarrolló la primera forma satisfactoria de la mecánica cuántica y ese mismo año, y gracias a su profunda formación como matemático, Max Born descubrió que las reglas de multiplicación de la teoría de Heisenberg escondían las del cálculo matricial y escribe por primera vez su famosa relación:

$$pq - qp = \frac{h}{2\pi i} I$$

que muestra la “no-conmutación” entre la posición q y el momento p de una partícula en la Mecánica Cuántica. Junto con su discípulo Pascual Jordan estableció las leyes más sencillas de la mecánica cuántica matricial. Ese mismo año los tres, Born, Heisenberg y Jordan, desarrollaron sistemáticamente la teoría con resultados muy satisfactorios. En 1925 Born y Jordan publican sus resultados en el artículo titulado “Zur Quantenmechanik” y en 1926 Born, Heisenberg y Jordan *completaron el trabajo* en el artículo “Zur Quantenmechanik II” conocido como *Drei-Männer-Arbeit* (el trabajo de los “tres hombres”) en el que la mecánica matricial tomó su forma más acabada. Justo en

1926 empezaron a aparecer los trabajos de Erwin Schrödinger (1887-1961) sobre mecánica ondulatoria. Parecían dos teorías distintas, pero pronto se demostró que eran equivalentes. Max Born es además el responsable de la interpretación probabilística de la función de onda considerada por Schrödinger. La interpretación estadística de la función de onda realizada por Max Born constituía sólo el primer paso hacia la comprensión de la relación entre partículas y ondas de la Física atómica. Aunque la mayoría de los físicos aceptó esta interpretación probabilística de la función de onda hubo algunos que no la admitieron, entre los que se encuentran físicos notables como Planck, Einstein, de Broglie y Schrödinger, pioneros de la teoría cuántica. El propio Born llegó a pensar que este rechazo a su interpretación estadística de la función de onda por parte de estos eminentes físicos era la razón por la que él no fue galardonado con el Premio Nobel de Física hasta 1954. Max Born creó en Gotinga una escuela de física teórica. Heisenberg llegó a decir que había realmente tres escuelas sobre la mecánica cuántica en aquella época: La fenomenológica de Arnold Sommerfeld (1868-1951) en Munich, la filosófica de Niels Bohr (1885-1962) en Copenhague y la matemática de Born en Gotinga.

A finales de 1925 y principios de 1926 Born pronunció varias conferencias sobre Teoría de cristales y Mecánica cuántica en los Estados Unidos y en octubre de 1927 asistió al quinto Congreso Solvay, el más famoso de todos, que se celebró en Bruselas en el mes de octubre, cuyo tema principal era *Electrones y fotones* y donde los mejores físicos mundiales (diecisiete de los veintinueve asistentes habían sido o serían galardonados con el Premio Nobel) discutieron sobre la teoría cuántica. Max Born estaba a punto de cumplir 45 años.



SOLVAY CONFERENCE 1927

colorized by pastincolour.com

A. PICARD	E. HENRIOT	P. EHRENFEST	Ed. HERSEN	Th. DE DONDER	E. SCHRÖDINGER	E. VERSCHAFFELT	W. PAULI	W. HEISENBERG	R.H. FOWLER	L. BRILLOUIN
P. DEBYE	M. KNUDSEN	W.L. BRAGG	H.A. KRAMERS	P.A.M. DIRAC	A.H. COMPTON	L. de BROGLIE	M. BORN		N. BOHR	
I. LANGMUIR	M. PLANCK	Mme CURIE	H.A. LORENTZ	A. EINSTEIN	P. LANGEVIN	Ch.E. GUYE	C.T.R. WILSON	O.W. RICHARDSON		

Absents : Sir W.H. BRAGG, H. DESLANDRES et E. VAN AUBEL

En 1928 realizó un viaje agotador a Rusia para asistir a varios congresos en Leningrado y Moscú. Max Born dirigió la tesis doctoral en Gotinga a grandes físicos como Pascual Jordan, Maria Goeppert-Mayer (1906-1972), Robert Oppenheimer (1904-1967) o Victor Weisskopf (1908-2002) y entre sus asistentes en el Instituto de Física Teórica de

Gottinga se encuentran Enrico Fermi (1901-1954), Werner Heisenberg, Pascual Jordan, Wolfgang Pauli (1900-1958), Edward Teller (1908-2003) o Eugene Wigner (1902-1995), muchos de ellos galardonados con el Premio Nobel de Física.

Tras la llegada de Hitler al poder en Alemania en enero de 1933, y debido al origen judío de Max Born, éste decidió abandonar Alemania junto con su familia en mayo de 1933. Estuvo unos años en la Universidad de Cambridge donde fue *Stokes Lecturer*, seis meses en Bangalore, India, y finalmente desde 1936 fue *Tait Professor* de Matemática Aplicada en la Universidad de Edimburgo donde estuvo hasta su retiro en 1952. Después del cual volvió a Alemania de nuevo donde en 1954 recibió la noticia de que había sido galardonado con el Premio Nobel de Física (compartido con Walther Bothe (1891-1957)):

“Por su investigación fundamental en la mecánica cuántica, especialmente por su interpretación estadística de la función de onda”.

No fue la primera vez que fue nominado para el Premio Nobel de Física, sino que ya lo había sido en 1930, 1934, 1939 y todos los años entre 1946 y 1954, y desde luego lo tenía que haber recibido veinte años antes, en la época en que lo recibieron Heisenberg, Schrödinger y Dirac. Born fue, junto con Bohr y Heisenberg, uno de los pocos físicos a los que se debe la construcción de la estructura filosófica de la Mecánica Cuántica, siendo la interpretación probabilística de la función de onda su principal contribución y la que le valió el Premio Nobel. Max Born comenzó su lección “La interpretación estadística de la Mecánica Cuántica” presentada con motivo de la recepción del Premio Nobel de Física, y además también el día de su cumpleaños, el 11 diciembre de 1954, con las siguientes palabras:

“Los trabajos por los que he sido honrado con el Premio Nobel del año 1954, no contienen el descubrimiento de ningún fenómeno natural nuevo, sino los fundamentos de una nueva forma de pensar acerca de los fenómenos naturales”.

El día anterior, 10 de diciembre de 1954, y en el discurso (*banquet speech*) que pronuncian los galardonados en el tradicional banquete ofrecido por los monarcas suecos en Estocolmo, Born también incluyó estas mismas palabras.

Max Born mantuvo una gran amistad con Albert Einstein (1879-1955), tres años mayor que Born, y durante las visitas que realizaba Born a Berlín para ver a su familia mientras servía en el frente durante la Primera Guerra Mundial, los dos físicos tocaban juntos sonatas para violín y discutían de cuestiones tanto científicas como políticas. De hecho, en 1915 Einstein discutió con Born su teoría de la relatividad general convirtiéndose Max Born en uno de sus mayores defensores. Juntos vivieron la derrota militar, la caída del imperio germano y el nacimiento de la República de Weimar. Max Born conoció personalmente a Einstein en un congreso en Salzburgo en 1909 y Max Born recuerda que en una carta fechada el 9 de noviembre de 1919 Einstein le dice “a partir de ahora nos trataremos de tú”, lo que supuso para Born un gran honor y una enorme alegría. Discutieron tanto personalmente como a través de correspondencia sobre muchos temas: ciencia, filosofía, política..., y son famosos sus intercambios epistolares sobre la interpretación probabilística de la función de onda que Einstein, con su conocida y controvertida afirmación de que “Dios no juega a los dados”, no aceptaba. Desde que Einstein y Born abandonaron Alemania en 1933, ya no volvieron a encontrarse

personalmente, pero siguieron intercambiando numerosas cartas, cada vez más centradas en temas político y sobre todo en contra de la escalada nuclear iniciada con el advenimiento de la guerra fría. En noviembre de 1954 Einstein remitió a Max Born una carta felicitándole por la reciente concesión del Premio Nobel de Física en la que le señalaba:

“Mucho me he alegrado que -aunque con notorio retraso- hayas sido galardonado con el Premio Nobel por tu aportación a la actual Mecánica cuántica. En especial tu consecuente interpretación estadística de la teoría ha clarificado de forma decisiva el pensamiento. Esto me parece absolutamente incuestionable, a pesar de nuestra infructuosa correspondencia sobre el tema”.

Tras el fallecimiento de Einstein en Princeton el 18 de abril de 1955, Max Born escribió:

“Soy consciente de lo que significa haber sido su amigo”.

La opiniones de Born en relación a nuestras posibilidades de llegar a entender alguna vez el mundo físico adolecían de un cierto pesimismo:

“Hemos llegados al final de nuestro viaje por los abismos de la materia. Buscábamos un suelo firme y no lo hemos encontrado. Cuanto más profundamente penetramos, tanto más inquieto, más incierto y más borroso se vuelve el Universo”.

Max Born se casó con Hedwig Ehrenberg (1891-1972) en 1913 y tuvieron un hijo, Gustav, y dos hijas, Irene y Gritli. Su hija Irene se casó con un profesor de alemán natural de Gales, Brinley Newton-John, cuando la familia vivía en Gran Bretaña, aunque la pareja marchó luego a Australia, y una de las hijas del matrimonio (y por tanto nieta de Max Born) es Olivia Newton-John, cantante y actriz australiana, nacida en el Reino Unido.

Max Born falleció en Gotinga el 5 de enero de 1970. Tenía 88 años. En su tumba aparece una inscripción con su famosa fórmula de anti-conmutación.



Tumba de Max Born en Gotinga. Créditos: Wikipedia.

BIBLIOGRAFÍA

Max Born y Hedwig Born, Ciencia y conciencia en la era atómica (Alianza Editorial. Madrid, 1971).

J. M. Sánchez Ron, Historia de la Física Cuántica I. El período fundacional (1860–1926) (Crítica, Barcelona, 2001).

J. Adolfo de Azcárraga, En torno a Einstein, su ciencia y su tiempo (Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2006).

Bernardo Herradón, “Los Premios Nobel olvidados y tardíos. Max Born”, Blog-La ciencia y su impacto en la sociedad, 4 de octubre de 2010.

<<http://www.madrimasd.org/blogs/quimicaysociedad/2010/10/04/131885>>

“Max Born”, Wikipedia (consultado el 09/12/2015).

Max Born – Facts. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 8 Dec 2015.

<<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1954/born/facts/>>

Max Born – Nobel Lecture: “The Statistical Interpretations of Quantum Mechanics”. Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 11 Dec 2015.

<<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1954/born/lecture/>>

Franco Selleri, El debate de la teoría cuántica (Alianza Universidad, Alianza Editorial. Madrid, 1986).



Augusto Beléndez Vázquez (2015)

