

LA MECÁNICA ONDULATORIA LLEGA A ESPAÑA: SCHRÖDINGER EN MADRID, PRIMAVERA DE 1935

ENRIC PÉREZ CANALS¹, GONZALO GIMENO², MERCEDES XIPELL² Y MARIÀ BAIG I ALEU³

1. Universidad de Barcelona
2. Investigadores independientes.
3. Institut d'Història de la Ciència

Resumen

En este trabajo estudiamos la segunda visita que Erwin Schrödinger hizo a España, en la primavera de 1935. Respondiendo seguramente a una invitación de Blas Cabrera, el físico vienés impartió cursos y conferencias en Madrid, en general de carácter técnico. Analizaremos su contenido a partir de los apuntes, reseñas y publicaciones que hemos encontrado, y pondremos todo ello en relación a su visita anterior, de 1934, al estado de la Física española del momento y a las cavilaciones del propio Schrödinger sobre la interpretación de la mecánica cuántica y su futuro académico (en ese momento se encontraba exiliado). Debido a la cercanía de la Guerra Civil solo podemos hipotetizar sobre la posibilidad de que Schrödinger pusiera las bases para una futura escuela de físicos teóricos cuánticos españoles, una de las principales carencias de la, por otro lado, prometedora hornada de físicos españoles de la Segunda República.

Abstract

In this paper we study Erwin Schrödinger's second visit to Spain, in the spring of 1935. Most likely responding to an invitation from Blas Cabrera, the Viennese physicist gave lectures and conferences in Madrid, mainly of technical nature. We will analyze their content from the notes, reviews and publications that we have found, and we will put all this in relation to his previous visit, the state of Spanish physics and Schrödinger's own reflections on the interpretation of quantum mechanics and his academic future (in that time he was in exile). Due to the proximity of the Civil War we can only hypothesize about the possibility that Schrödinger laid the foundations for a future school of Spanish quantum theoretical physicists, possibly one of the main shortcomings of the otherwise promising generation of Spanish physicists in the Second Spanish Republic.

Recibido el 18 de mayo de 2021 — Aceptado el 1 de junio de 2021

<https://doi.org/10.47101/llull.2021.44.89.perez.canals>

LLUILL, VOL. 44 (N.º 89) 2021 - ISSN: 0210-8615, pp. 187-214

Palabras claves: Física, Mecánica cuántica, España, siglo XX.

Key words: Physics, Quantum mechanics, Spain, XXth century.

1. INTRODUCCIÓN

Erwin Schrödinger, el padre de la mecánica ondulatoria, se instaló en Oxford a finales de 1933, tras abandonar su cátedra de Berlín de manera *voluntaria*, dado el cariz que estaban tomando los acontecimientos en Alemania. Menos de un año después, en la primavera de 1935, vino a España por segunda vez,¹ una España que también estaba viviendo tiempos convulsos, lo que por lo demás no extrañaba al “hombre de ciencia”²:

Encuentro —es una coincidencia— mucha tensión política; pero, como las otras veces, todo sigue en marcha. Las contiendas políticas no me pueden sorprender a mí ni a nadie: es temperatura, es clima del Mundo entero y por eso no podría opinar sobre su efecto en el exterior. Lo que me interesa de España es el interior, el paisaje y las gentes: singularmente Castilla, como ya le dije en otra ocasión. La vida universitaria no está interrumpida y esto es un síntoma excelente. Lo primero que hay que amparar contra las pasiones políticas son las Universidades y los Centros de cultura.

Schrödinger no preveía el desenlace cruento de esa tensión que, desgraciadamente, tuvo lugar poco más de un año después. No sería la última vez que el premio Nobel demostró no interpretar con demasiado tino el devenir de la situación política: tras dejar su puesto en Oxford, sin demasiados alicientes para él [HOCH Y YOXEN, 1987], retornó a Austria en 1936, a la Universidad de Graz, de donde tendría que huir a principios de 1938.

El fragmento que hemos citado está extraído de una entrevista que se publicó en el *Heraldo de Madrid* el 5 de abril de 1935. Es el único artículo de prensa que hemos encontrado sobre la segunda visita del ilustre personaje, aparte de avisos o reseñas de sus conferencias. En él se le presenta como el “premio Nobel más joven del mundo” (y se le atribuyen tres años menos de los que tenía, 46), quizá confundiéndolo con Werner Heisenberg o Paul A. M. Dirac, con quienes había acudido a recoger el premio en Estocolmo; también como el “primer físico europeo actual”, lo cual es un poco exagerado si recordamos que en esa época entre sus colegas se contaban, por ejemplo —además de Heisenberg o Dirac— Albert Einstein o Niels Bohr.

Pero, imprecisiones aparte, esta breve noticia deja entrever cómo el flechazo de Schrödinger con España seguía latiendo tras su primer contacto de 1934. Y si en el año anterior vino solo, en 1935 viajó en coche y acompañado de su mujer, Annie. Juntos recorrieron diversos puntos de la geografía española, como detallaremos más abajo (véase la figura 2). Su atracción por España incluía también a algunos de sus pensadores más internacionales. Esto recordaba

-
1. En un artículo anterior tratamos la primera visita de Erwin Schrödinger a España, en verano de 1934 [PÉREZ *et al.*, 2020]. Véase también PÉREZ [2020].
 2. Schroedinger, en España. *Heraldo de Madrid*, 5 de abril de 1935.

Nicolás Cabrera, hijo de Blas Cabrera, de un encuentro que se produjo, probablemente, en los mismos días de la entrevista publicada en el *Heraldo* [CABRERA, 1979, p. 71]³:

Schrödinger, que era para mí un Dios, resultaba ser un gran admirador de nuestros pensadores españoles tales como D. Miguel de Unamuno, D. José Ortega y Gasset, D. Javier Zubiri, etc... No olvidaré nunca un día durante 1935, en que yo estaba midiendo la susceptibilidad de varios compuestos de tierras raras en el Laboratorio de mi padre mientras éste estaba conversando con Schrödinger y su esposa. Por sorpresa apareció D. Miguel en visita a mi padre por razones desconocidas aunque es muy probable que, aunque no lo reconociera, sintiera curiosidad por conocer a Schrödinger. Fue impresionante ver la faz plena de admiración y respeto de Schrödinger mientras D. Miguel se dignaba fríamente aceptar su saludo.

Schrödinger se alojó en Alcalá de Henares durante varios días, desde donde –como veremos– es muy posible que enviara su carta de renuncia a la cátedra de Berlín. Su interés por el país le llevó a estudiar su lengua y a poder impartir alguna de las conferencias que hizo en 1935 en español. Disponemos incluso de los apuntes manuscritos, en un español correctísimo, que utilizó en las tres sesiones que impartió en el *Instituto Nacional de Física y Química* (INFQ)⁴. En esta visita, además, disertó en la *Sociedad Española de Física y Química* (SEFQ) y en la *Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (ACEFN).

Podría pensarse que la segunda visita fue una repetición de la primera, pero nuestra valoración es que cada una de ellas tiene características propias que las convierten en hechos singulares. En 1934 participó con una breve ponencia en Santiago de Compostela en el marco del XIV congreso de la *Asociación Española Para el Progreso de las Ciencias*, y posteriormente pronunció varias lecciones en la Universidad de Verano de Santander, que fueron traducidas por el filósofo Xavier Zubiri [SCHRÖDINGER, 1935d]. En 1935 dio unas lecciones más técnicas para estudiantes de física en el INFQ, amén de dos conferencias de carácter institucional en las que no se limitó a disertar sobre la nueva mecánica, y volvió a presentar sus objeciones respecto a esta. Así, si el primer contacto con España se enmarca en una invitación a una escuela de verano señera en la España de la Segunda República, la visita que nos ocupa en este artículo aparece con un talante más técnico y académico. Estas diferencias proporcionan información valiosa sobre el autor de la mecánica ondulatoria, sus inquietudes, su personalidad y su trayectoria en relación con la mecánica cuántica; asimismo, evidencian rasgos interesantes del estado de la Física española de principios de la década de 1930.

Estos episodios, aunque se mencionan en Sánchez Ron [1992], en Moore [1989] y en Janés [2015a, 2015b], han sido someramente tratados, así como ha sido escaso el análisis del contenido de las lecciones y conferencias que impartió Schrödinger, y el significado que pudieron tener para los físicos españoles de la época. Pensamos que puede ser útil profundizar en dichos aspectos de la visita de 1935, más si se toma en consideración la conexión existente entre las intervenciones de su visita de 1934 y el popular artículo “del gato de Schrödinger”

3. Sobre su admiración por Unamuno hemos escrito en otro lugar [PÉREZ, 2018].

4. *NES*. Vorlesungen für Madrid.

publicado en diciembre de 1935 [SCHRÖDINGER, 1935c]. J. M. Sánchez Ron sugiere que la presencia de Schrödinger en el INFQ en 1935 no significó mucho, profesionalmente, para los físicos de Madrid, pues sus clases no aportaron demasiado en cuanto a sugerir problemas concretos o programas de investigación que desarrollar en el futuro. Aunque esto podría justificarse para la visita de 1934, nuestra interpretación de la de 1935 y sus clases en el INFQ es distinta. Argumentaremos que Schrödinger preparó sus lecciones de Madrid con un ojo puesto en la línea de investigación teórica más plausible para la incipiente generación —la primera— de físicos teóricos españoles.

No hace falta recordar que la Guerra Civil Española cercenó cualquier opción de aprovechamiento de la influencia del físico austríaco y de desarrollo de una hipotética *escuela de Schrödinger* en España. Dedicaremos la penúltima sección a analizar qué audiencia pudo tener Schrödinger en sus lecciones de Madrid, y en base a ello valoraremos hasta qué punto tiene sentido elucubrar que estas lecciones de Schrödinger fueran la semilla de una posible escuela de mecánica cuántica en España. Podríamos resumir nuestro planteamiento en dos preguntas, ¿pudo representar España una posibilidad realista para un Schrödinger en busca de una posición académica? ¿Fue Schrödinger una buena elección para promover la física teórica en la España de la Edad de Plata?

Empezaremos el artículo con la invitación, probablemente de Cabrera, en nombre del INFQ (del que Schrödinger recibió 3000 pesetas), y que no es difícil suponer que incluía sus otras intervenciones en sendas instituciones académicas de la capital. A continuación, en las secciones 3-5, discutiremos por separado cada una de esas conferencias. La primera, más bien un curso, constó de tres sesiones, y por suerte disponemos de material suficiente para conocer cabalmente su contenido; la segunda se plasmó en un artículo; y el tema de la tercera lo hemos reconstruido a partir de alguna noticia de periódico y publicaciones anteriores. Seguiremos en la sección 6 con la ruta de los Schrödinger en su viaje por España, que hemos podido trazar gracias a su correspondencia y otros datos adicionales. Finalmente, en la sección 7, aventuraremos la posible composición de la audiencia que tuvo el premio Nobel en Madrid, con el objetivo de valorar la posibilidad de que estas dos visitas, de 1934 y 1935, hubieran podido tener continuidad. En la última sección recapitularemos los resultados de nuestra investigación.

2. LA INVITACIÓN

Carecemos de documentos que acrediten la existencia de una invitación formal —ni siquiera informal— a Schrödinger para ir a Madrid el año 1935. Sin embargo, el propio Schrödinger atribuyó la invitación al INFQ, y sabemos que la remuneración de sus conferencias la asumió dicho Instituto (figura 1)⁵. Si a lo anterior añadimos que el núcleo de las mismas tuvo lugar en el Edificio Rockefeller, sede del Instituto, podemos concluir que la

5. AGA. Fondo CSIC. (05) 004.001-Libro 251. Top. 32/00.201-00.406. Véase, también, la referencia de la nota 2.

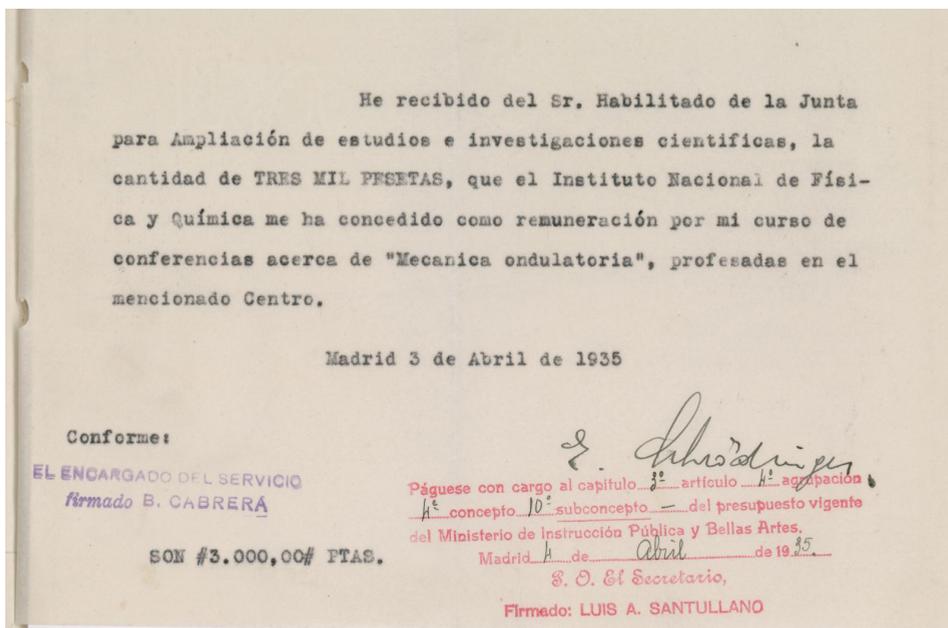


Figura 1. Justificante del pago recibido por Schrödinger por el curso que impartió en el INFQ. Referencia en la nota 5.

invitación corrió a cargo de su director, Blas Cabrera, el cual con toda probabilidad había sido el instigador de la invitación de 1934. De hecho, resulta fácil imaginar que esta nueva visita se pactara durante la estancia de Schrödinger en Santander; en el ambiente distendido de La Magdalena y a la vista del contenido de las lecciones que impartió el físico austriaco, Cabrera habría estimado conveniente repetirlas, pero adaptándolas ahora a las necesidades más especializadas de sus colaboradores del Instituto de Madrid.

Los compromisos de la invitación se concretaron en las siguientes intervenciones:

- Tres sesiones, los días 27, 29 y 30 de marzo, en la sede del INFQ bajo el título "Mecánica ondulatoria y mecánica cuantista"⁶.
- Una comunicación, el día 1 de abril, para la SEFQ pronunciada en los laboratorios de la Facultad de Ciencias, donde, aprovechando la "sesión científica" del mes de abril, disertó sobre "Las ecuaciones del campo electromagnético"⁷.

6. Convocatorias. *ABC*, 29 de marzo, 1935.

7. Convocatorias. *ABC*, 30 de marzo, 1935. El presidente de la SEFQ en las fechas de la visita de Schrödinger era Ángel del Campo.

• Una conferencia, el día 10 de abril, en la ACEFN sobre “El principio de indeterminación y su influencia sobre los conceptos de la geometría del mundo”⁸.

De modo que Schrödinger conferenció sobre mecánica ondulatoria y sobre las ecuaciones de campo. En la siguiente sección argüiremos que las sesiones impartidas en el INFQ encajan a la perfección con la línea de investigación del grupo de Blas Cabrera y, consecuentemente, con el trabajo en el Instituto. Más que conferencias se trata de lecciones de física, una rápida pero rigurosa introducción a los fundamentos teóricos de la nueva mecánica orientada a físicos graduados. Schrödinger dejó para su conferencia en la ACEFN sus reflexiones sobre cuestiones interpretativas y fundamentales, que se tradujeron en una oposición a la interpretación ortodoxa y dominante. Fuera debido al tipo de audiencia a la que iban dirigidas, fuera por su estado de ánimo “momentáneamente desdichado” [PÉREZ *et al.*, 2020, p. 217], en sus lecciones de 1934 Schrödinger había expresado la incomodidad que le producía la que se estaba convirtiendo en interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica. En la discusión que presentamos en la sección 5 mostraremos que, en la conferencia que Schrödinger ofreció en 1935 en la ACEFN, volvió a esgrimir su faceta crítica insistiendo de nuevo en los inconvenientes de la interpretación postulada principalmente por Heisenberg y Bohr, y avanzando parte de lo que reflejaría posteriormente en su célebre publicación de 1935 sobre la “situación presente de la mecánica cuántica” [SCHRÖDINGER, 1935c]. De hecho, en los cursos del INFQ pasó de puntillas por estos asuntos, aunque no dejó de mencionarlos. De modo que existe cierta continuidad entre ambas intervenciones.

En cuanto a la teoría del campo electromagnético, sabemos que por aquel entonces Schrödinger estaba trabajando en ese problema por una carta que escribió a Einstein desde Oxford en mayo de 1935⁹. Al hilo de una nueva teoría de Max Born, Schrödinger elaboró ante su auditorio una sugerente comparación entre la teoría electromagnética y la acústica. A continuación pasamos a analizar cada una de las intervenciones, siguiendo un orden cronológico.

3. SCHRÖDINGER EN EL EDIFICIO ROCKEFELLER

Schrödinger dio tres conferencias en el INFQ los días 27, 29 y 30 de marzo. El *ABC* del 29 de marzo las anunciaba como sigue¹⁰:

El profesor Schrödinger, de la Universidad de Berlín, ha comenzado una serie de conferencias sobre “Mecánica ondulatoria y mecánica cuantista”: la primera se celebró el miércoles 27, a las seis de la tarde, en el Instituto Nacional de Física y Química, Serrano, 119, y las otras el viernes, 29, y el sábado, 30, a la misma hora y en dicho Instituto. Las conferencias se darán en francés y español.

En efecto, nominalmente Schrödinger aún ostentaba la cátedra de Berlín, pero como veremos más abajo en pocos días su renuncia se hizo oficial. Notemos también que la

8. Convocatorias. *ABC*, 10 y 11 de abril, 1935.

9. *AEA*. Schrödinger a Einstein, 17 de mayo, 1935.

10. Convocatorias. *ABC*, 29 de marzo, 1935.

expresión *mecánica cuántica* aún no había cuajado, y que Schrödinger trató de dar –y, como atestiguan sus notas, seguramente así lo hizo– parte del curso en español. Conocemos el contenido gracias a dos fuentes independientes. Por un lado disponemos de un manuscrito del autor, en español, con el borrador de las lecciones¹¹; por otro lado, los apuntes de Eduardo Gil Santiago publicados años después [GIL SANTIAGO, 1941], que mayormente concuerda con el borrador de Schrödinger¹²; de hecho, la versión publicada contiene alguna errata y alguna explicación oscura que pueden corregirse acudiendo al *original*. Eso sí, la división en conferencias y sesiones no coincide, lo que indica que, o bien Schrödinger tenía en mente hacer más sesiones de las que hizo, o bien tradujo unas lecciones que ya tenía preparadas. Algunas ideas elementales están más detalladas en la publicación que en el manuscrito, quizá porque Schrödinger adecuó las lecciones a un público menos ducho en los métodos de la nueva mecánica de lo que suponía.

El premio Nobel dio un *curso rápido* de cómo emplear los métodos de la nueva mecánica sin detenerse apenas en su interpretación. Esto es, planteó la ecuación que hoy lleva su nombre:

$$\frac{h}{2\pi i} \frac{d\Psi}{dt} = H\Psi$$

(h es la constante de Planck, i el número imaginario, ψ la función de onda, t el tiempo y H el hamiltoniano)¹³, y mostró cómo operar con ella. Dedicó buena parte de su intervención a comparar las consecuencias de este proceder con la *teoría cuántica clásica*; con esta denominación Schrödinger se refería a lo que hoy se conoce, en la historia de la física cuántica, como la *teoría cuántica antigua* de los Planck, Bohr, Sommerfeld, etc.¹⁴ De las tres sesiones, la primera la dedicó sobre todo al oscilador armónico unidimensional; la segunda al problema de la degeneración, y la tercera a los átomos de hidrógeno y helio, principalmente. No entraremos en los pormenores, pero sí comentaremos los aspectos más pertinentes para nuestro cometido.

Para empezar, y aunque no fue el tema central de su presentación, hay que subrayar la aparición del germen de algunas cuestiones que, posteriormente, el autor comentó en publicaciones con un sentido más crítico. Por ejemplo, la suposición de que los valores propios de las soluciones de un sistema se pueden identificar con los valores de una magnitud

11. NES. Vorlesungen für Madrid.

12. En GIMENO [2015] se han trabajado más en detalle algunos de los aspectos aquí mencionados.

13. Hoy es usual poner la i en el numerador en lugar del denominador, lo cual no cambia un ápice el sentido físico de la ecuación.

14. Tampoco la denominación “mecánica cuántica” (o “cuantista”) para referirse a la nueva teoría de manera genérica estaba en 1935 completamente establecida. Aunque actualmente la expresión “mecánica ondulatoria” prácticamente no se usa, nosotros sí lo haremos para referirnos específicamente a la versión de la mecánica cuántica que formuló Schrödinger en 1926. Él mismo mantenía todavía esa diferencia en alguna ocasión, como puede comprobarse en el título de sus conferencias en el INFQ: “Mecánica ondulatoria y mecánica cuantista”. En español, con el tiempo, la expresión “mecánica cuantista” dejó paso a la de “mecánica cuántica”.

física [GIL SANTIAGO, 1941, p. 26]. En el caso del oscilador unidimensional, advierte que en puridad no hay tal sistema en mecánica cuántica, pues no puede haber un objeto que se mueva estrictamente en una línea recta. El principio de incertidumbre lo prohíbe, del mismo modo que pone en entredicho la mencionada identificación de valores propios y valores de una magnitud. Comentarios como estos aparecen al principio y al final de las lecciones. Como veremos, Schrödinger bien podría haber acabado su tercera clase con un “y de ello hablaré en mi ponencia en la Academia”, de carácter más reflexivo y donde el físico vienes desplegó su faceta más analítica.

Nos ha llamado la atención su insistencia en confrontar la nueva mecánica con la teoría cuántica antigua. En 1935 ya no había necesidad de hacer tal cosa en Alemania, Francia o Inglaterra. Así que, seguramente, ello responde a la poca formación de los físicos españoles en estos temas. De hecho, Schrödinger cita la contribución de Palacios en este sentido (enmarcada en la vieja teoría), pero sin entrar en su contenido [GIL SANTIAGO, 1941, p. 35; PALACIOS, 1926].

Por ejemplo, enlaza su comparación con el tratamiento del momento angular y sistemas tridimensionales con la crítica a la cuantización espacial de la teoría de Sommerfeld-Bohr. Así, se detiene en los valores propios del momento angular M :

$$M = \frac{h}{2\pi} \sqrt{l(l+1)}$$

donde l es un número entero. Como explicaremos enseguida, esto podría entenderse como una invitación a olvidar de una vez por todas el magnetón de Weiss, central en las investigaciones de Cabrera y, por ende, en el INFQ.

También destaca el gusto de Schrödinger por las analogías ondulatorias. Atendiendo al estadio en que se hallaba la mecánica cuántica, este planteamiento ya estaba obsoleto; aunque también es verdad que las analogías empleadas (el módulo de la función de onda como densidad de carga, los niveles atómicos como modos propios de un sistema oscilante, etc.) no pueden llevarse muy lejos, cosa que él mismo se preocupa de explicar con detenimiento. Esta preferencia por la visión ondulatoria, tan característica de sus trabajos fundacionales de 1926, desaparecerá de sus posteriores e inmediatas publicaciones contra la interpretación ortodoxa.

Recordemos que el INFQ se constituyó sobre la base de los trabajos desarrollados en el Laboratorio de Investigaciones Físicas, creado por la Junta para Ampliación de Estudios (JAE) en 1910, y que el Laboratorio se organizaba en cuatro secciones bajo la dirección de Blas Cabrera. Este era catedrático de electricidad y magnetismo de la Universidad Central de Madrid desde 1905, pero su estatus académico no le impidió solicitar a la JAE una pensión de cinco meses que le llevó a Zúrich en 1912, donde tuvo ocasión de trabajar con Pierre Weiss, uno de los grandes especialistas en magnetismo de la época. Poco tiempo antes de llegar Cabrera a Zúrich, Weiss había publicado un artículo en el que sugería, a la manera de Planck con los cuantos de acción, la existencia de una unidad mínima de momento magnético

atómico a la que se refirió con el nombre de “magnetón”¹⁵. La supuesta existencia del magnetón permitía conjeturar que los momentos magnéticos de los átomos y sustancias eran múltiplos enteros de dicho valor.

A su vuelta a España, Cabrera y algunos miembros de su equipo del Laboratorio dedicaron una buena parte de sus esfuerzos a determinar, con fiabilidad creciente, la susceptibilidad magnética de diversos elementos químicos con el objeto de justificar la existencia de la unidad mínima de momento magnético sugerida por Weiss [VALERA y LÓPEZ, 2001]. Sin embargo, a partir de 1913, al magnetón de Weiss le salió un competidor, el magnetón de Bohr, propuesto por el físico danés. Este tenía un valor unas cinco veces superior y la virtud, tras el nacimiento de la mecánica cuántica, de ser compatible con los resultados teóricos de la nueva física de los átomos, algo de lo que adolecía su antecesor. Los momentos magnéticos que se podían justificar mediante el magnetón de Weiss (M_{Weiss}) eran de la forma $n \cdot M_{\text{Weiss}}$, donde podía ser n un número entero arbitrario. Sin embargo, como Schrödinger se preocupó de explicar en Madrid, los momentos magnéticos atómicos de la nueva mecánica ondulatoria se calculaban como producto

$$\sqrt{l(l+1)} \cdot g \cdot M_{\text{Bohr}}$$

(g es una cierta constante). Esta dificultad para hacer compatible el magnetón de Weiss con la nueva mecánica cuántica ya había sido señalada por el físico John van Vleck¹⁶ tres años antes [VAN VLECK, 1932, p. 229] y suscrita por Born en su libro *Atomic Physics* [BORN, 1935, p. 423].

Cabrera estaba al tanto de la mayor preferencia que tenían los físicos de su tiempo por el magnetón de Bohr frente al magnetón de Weiss. No en vano había sido miembro del comité científico del sexto Congreso Solvay, que se había celebrado en 1930, y que versó precisamente sobre magnetismo. Sin embargo, no siendo definitivo que el magnetón de Bohr excluyese el de Weiss, Cabrera y sus colaboradores perseveraron en la justificación de su existencia aportando para ello numerosos datos experimentales.

Schrödinger habló en el INFQ invitado por Cabrera, al cual conocía desde hacía tiempo y de cuyas investigaciones estaba al caso, pues habían coincidido frecuentemente en foros científicos. Uno de estos foros fue precisamente el congreso Solvay de 1930. Schrödinger sabía, por tanto, que Cabrera aún no descartaba el magnetón de Weiss, que se había gestado en el marco de la teoría cuántica antigua. Pero dicha teoría postulaba, entre otras cosas, la fijación arbitraria de la orientación espacial de las órbitas electrónicas en ausencia de campos externos, propiedad que carecía de sentido físico y no tenía cabida en la mecánica ondulatoria. Ese fue uno de los temas elegidos para articular la comparación en el INFQ. Nuestra propuesta es que Schrödinger quiso abordar el trasfondo en el que el magnetón de Weiss había adquirido

15. Sobre la historia del magnetón de Weiss, puede consultarse QUÉDEC [1988]. Sobre Blas Cabrera, SÁNCHEZ RON y ROCA ROSELL [1993], SÁNCHEZ RON [2001] y FERNÁNDEZ TERÁN y GONZÁLEZ REDONDO [2007].

16. John van Vleck (1899-1980) fue un físico estadounidense que realizó numerosas contribuciones en el campo del magnetismo. Coincidió con Cabrera en el congreso Solvay de 1930 y estaba al corriente de sus trabajos.

originalmente su sentido. Cuando Schrödinger comenzó a preparar las conferencias de Madrid sabía que iba a hablar a un equipo de investigación que había trabajado activamente sobre la base de la existencia del magnetón de Weiss, cuya evidencia estaba siendo cuestionada por los físicos más relevantes del momento. Defendió y argumentó que ciertos aspectos del magnetón de Weiss no tenían cabida en la nueva teoría cuántica. Es probable, incluso, que Cabrera se lo propusiera: si había que poner las bases para la física teórica española, qué mejor que empezar por el momento angular y las novedades que implicaba en su tratamiento la nueva mecánica.

Respecto del efecto que estas conferencias tuvieron en Cabrera, el propio Van Vleck reconoció que hubo cierto cambio en el físico español entre el congreso Solvay de 1930 y su informe para el congreso Solvay de 1939. Mientras que la memoria de Cabrera para la edición de 1930 se centraba en el magnetón de Weiss, su memoria para la edición de 1939 comenzaba resumiendo algunos aspectos de la mecánica cuántica y “expresaba sus resultados en términos del magnetón de Bohr” [VAN VLECK, 1978, p. 27]; no obstante, Cabrera aún se resistía, en esa fecha, a abandonar por completo la posibilidad de dar sentido al magnetón de Weiss.

4. ¿SON LINEALES LAS VERDADERAS ECUACIONES DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO?

Poco diremos aquí sobre la conferencia que Schrödinger preparó para la SEFQ sobre las ecuaciones del campo electromagnético, en parte porque ya ha sido brevemente comentada por Sánchez Ron [1992, p. 16]; y en parte porque se trató de una ponencia sobre una cuestión muy específica que poco aporta al propósito de nuestro artículo. En una carta enviada a Einstein poco después de partir de España, y a la que nos volveremos a referir más abajo, le explicaba la idea que después desarrolló en un artículo para los *Anales* de la Sociedad Española de Física y Química, y que fue seguramente la que expuso en su conferencia¹⁷:

Desde Navidad he estado muy interesado en el intento de Born de representar el campo electromagnético en términos de ciertas ecuaciones no lineales. A este respecto me ha interesado la siguiente cosa curiosa. Una onda sonora también tiene energía e impulso. Ejerce presión sobre un reflector. Si ahora se observa cómo la calculan los acústicos, se encuentra: [de forma] totalmente distinta a la luz (me refiero a la teoría de Maxwell en el vacío). Explican que, en global, en la aproximación de ecuaciones lineales no se sigue presión ninguna. Y sobre eso tienen razón. Porque en tanto rija la aproximación lineal la variación de la presión en la superficie del espejo es una función sinusoidal del tiempo, y por lo tanto nula en un promedio temporal. Por eso Lord Rayleigh utiliza también los términos cuadráticos de las ecuaciones hidrodinámicas (y la ecuación de estado) y halla un valor razonable, también verificado experimentalmente. Con la luz, por el contrario, no hay ningún término cuadrático...

Así que Schrödinger usó esta analogía como argumento en favor de la reciente tentativa de Born y Leopold Infeld de diseñar una electrodinámica no lineal. No era esta su primera contribución a este tema [BORN y SCHRÖDINGER, 1935]. De modo que planteó ante los

17. *AEA*. Schrödinger a Einstein, 17 de mayo, 1935. Énfasis en el original. Si no decimos lo contrario, las traducciones son nuestras.

académicos españoles la idea de que las “ecuaciones de Maxwell no son más que aproximadas”, y que “los términos suplementarios, que faltan, deben de ser indispensables para proporcionar la explicación real de los efectos que para nosotros tienen el mayor interés” [SCHRÖDINGER, 1935a, p. 215]. Un tema candente de física teórica.

Cabrera o Enrique Moles le debieron de pedir una contribución para los *Anales* de la Sociedad y echó mano de esas reflexiones sobre las que —que nosotros sepamos— no volvió. Con motivo de la publicación del artículo se conservan una serie de cartas entre Moles —entonces secretario general de la SEFQ— y Schrödinger que tratan del proceso de publicación. El artículo de Schrödinger, tras las correspondientes revisiones, se publicó finalmente en junio, con la elocuente pregunta con que hemos titulado esta sección. El manuscrito original enviado por Schrödinger está en castellano y, como hemos visto, su respuesta a la pregunta es negativa.

5. SOBRE EL PRINCIPIO DE INCERTIDUMBRE

Schrödinger pronunció su última conferencia en España el 10 de abril en la ACEFN bajo el título “El principio de indeterminación y su influencia sobre los conceptos de la geometría del mundo”. Se nos ocurren hasta tres motivaciones, de distinto peso, que le impulsaron a escoger este tema para su conferencia. La primera es que el principio de indeterminación tiene derivaciones de carácter filosófico que podían interesar más que otros aspectos de la teoría cuántica, quizá demasiado específicos, a los académicos. La segunda, que la creciente incomodidad del ponente con la interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica le llevó a expresar su escepticismo respecto dicha interpretación. Y la tercera, que Palacios había ofrecido un discurso sobre el *mismo* tema y para el *mismo* público en 1932 [PALACIOS y CABRERA, 1932].

Desgraciadamente, no hemos encontrado ni el borrador de la conferencia de Schrödinger ni una transcripción de su intervención. La sesión fue pública, Schrödinger habló en español, y le presentó el académico José Casares, químico, en ausencia —suponemos que forzada— de Cabrera¹⁸. Lo único que ha llegado a nosotros es una reseña en el diario *La Nación* y la nota de prensa emitida por la Academia reproducida en el diario *ABC* de Madrid, ambas del día siguiente. En ningún caso el sumario del contenido queda claro. De la última cabe destacar el siguiente párrafo¹⁹:

En opinión del conferenciante, esto no solo quiere decir que no existen puntos de masa en el sentido de la mecánica clásica, sino que también pone en duda la aplicación de la geometría euclidiana a los fenómenos físicos. Aún mayores dificultades se encuentran para combinar la relatividad restringida con la teoría mecánico-cuantista.

18. El profesor austriaco Schrödinger, en la Academia de Ciencias. *La Nación*, 11 de abril, 1935.

19. El profesor Schroedinger, premio Nóbel, expone en la Academia de Ciencias sus nuevas teorías sobre mecánica. *ABC*, 11 de abril, 1935.

Una de las dificultades que resultan de todo ello, es la especial prerrogativa que la mecánica cuantista asigna al tiempo, en tanto que en la relatividad restringida el tiempo y las coordenadas espaciales juegan el mismo papel.

En el artículo de *La Nación* se presenta una idea que, aunque vaga, es parecida. De todo ello podemos deducir que Schrödinger empezó su conferencia explicando el principio de incertidumbre, según el cual variables conjugadas como la posición y el momento no pueden medirse a la vez con una precisión ilimitada. A continuación el profesor comentó las implicaciones que este principio ideado por Heisenberg tenía en aspectos como la compatibilidad de la geometría euclidiana o la relatividad con la nueva mecánica.

Para no valorar el contenido de la lección en la ACEFN únicamente sobre la base de estas informaciones poco precisas, hemos recurrido a información del contexto, es decir, a lo que sabemos de la opinión de Schrödinger sobre los puntos recogidos. Para ello nos hemos fijado en varios trabajos de esa época del propio autor. El contenido de uno de ellos, en el que desarrolla sus ideas acerca de la geometría aplicada a las dimensiones subatómicas [SCHRÖDINGER, 1934], está íntimamente relacionado con el tema de la conferencia. Además, sabemos que contiene la base de algunas de las lecciones que impartió el año anterior en la Universidad Internacional de Santander (UIS) y, especialmente, de su discurso en Santiago de Compostela [PÉREZ *et al.* 2020, p. 221], por lo que es razonable suponer que Schrödinger reprodujo, en la Academia de Ciencias, parte de las lecciones ofrecidas el año previo. En las lecciones de Santander traducidas al castellano [SCHRÖDINGER, 1935d], Schrödinger utiliza dos argumentos diferentes relacionados con la imposibilidad de determinar con precisión la energía y el tiempo, y pone en evidencia las dificultades para conciliar los antiguos conceptos de la mecánica clásica con los requerimientos de la nueva teoría cuántica. Pero su intencionalidad es más evidente en el artículo arriba mencionado, que lleva por título “Sobre la inaplicabilidad de la geometría de lo pequeño”. En él, Schrödinger se suma a una crítica anterior de Max von Laue, y señala lo que para él es uno de los puntos débiles de la interpretación que se está estableciendo de la mecánica cuántica: aferrarse a conceptos antiguos pero desdibujándolos o desdefiniéndolos. Para Schrödinger sería mejor crear nuevos conceptos y soltar lastre. Dedicó esta breve publicación a la idea de espacio, y más en particular al sólido rígido. Como también explicó en sus conferencias españolas del 34, argumenta que la nueva mecánica es incompatible con la idea de sólido rígido, pues este implica frecuencias de vibración que conllevan masas infinitas y, por ende, cuerpos totalmente inmóviles. Apelando a la termodinámica, teoría que muestra como ninguna el peligro de usar conceptos ideales que contradicen los principios (por ejemplo, móviles perpetuos), Schrödinger defiende que la nueva mecánica proscriba el sólido rígido. Ello implica, pues, que la determinación exacta de dimensiones, distancias o coordenadas no pueda darse por hecha a nivel atómico. En un breve comentario final, añade que acudir a un espacio de cuatro dimensiones, donde espacio y tiempo se entremezclan, no allana el problema. En definitiva, Schrödinger no cree que en el caso de la geometría haya que responsabilizar al principio de incertidumbre de su no validez o inaplicabilidad. El problema es más profundo y los conceptos de geometría y tiempo deben ser revisados. Tanto en sus intervenciones en Santander como en posteriores manifestaciones, Schrödinger siempre criticó la posición en la que había quedado la variable

tiempo en la nueva mecánica. Así como las otras magnitudes había que reinterpretarlas (perdiendo precisión e incluso, según él, sentido), el tiempo se había quedado como un parámetro más. El principio de incertidumbre conllevaba mantener conceptos, como espacio y tiempo, que los nuevos descubrimientos invitaban a revisar.

Nada más contrario a lo expuesto por Palacios tres años atrás en su discurso de recepción en la Academia con motivo de su nombramiento como miembro de número. En él desarrolló los aspectos básicos del principio según el texto de Heisenberg *The physical principles of the quantum theory* [HEISENBERG, 1930]. Es oportuno señalar que el enfoque de Palacios, al igual que el de Heisenberg en el que se inspiró, no muestra recelo hacia los aspectos interpretativos de la nueva mecánica. Presumimos cierto desconcierto en el físico español al comprobar que Schrödinger persistía en su crítica –que ya venía haciendo pública desde el año anterior– a la interpretación de la mecánica cuántica, pese a ser uno de los artífices de la nueva teoría.

En resumen, podemos confirmar que en abril de 1935 Schrödinger sostuvo una posición crítica en relación a la interpretación de la mecánica cuántica propuesta principalmente por Bohr y Heisenberg. Dicha posición ya la había manifestado el verano anterior, primero en Santiago de Compostela y después en Santander, y resulta interesante que mostrara su escepticismo, por tercera vez, en España, en la sesión pública de la ACEFN. Esta evidencia es contraria, pues, a las opiniones que sugieren un aletargamiento del escepticismo de Schrödinger hasta la aparición del artículo de Einstein-Podolski-Rosen en la primavera de 1935. En efecto, el escepticismo de Schrödinger no constituía un hecho aislado. Sabemos que Einstein también se oponía a dicha interpretación. Ya en 1928 insinuaba, en correspondencia personal con Schrödinger, que la interpretación de Heisenberg-Bohr era como una religión tranquilizadora “[which] has so damned little effect on me”²⁰. En 1935 Einstein perseveró en su crítica a la nueva mecánica y es de ese año el famoso artículo, escrito junto a Boris Podolski y Nathan Rosen, en el que a partir de un experimento imaginario pusieron en duda que la descripción de la realidad física hecha por la mecánica cuántica fuera completa [EINSTEIN *et al.*, 1935]. Dicho experimento se ha conocido posteriormente como “paradoja EPR”.

La cronología de los hechos arroja información interesante. Sabemos que el artículo de EPR fue recibido en la revista *Physical Review* el 25 de marzo de 1935 –es decir, dos días antes de la primera conferencia de Schrödinger en el INFQ– y se publicó el 15 de mayo. Schrödinger no tardó en leer el artículo de Einstein, pues el 14 de agosto se recibía en la *Cambridge Philosophical Society* uno suyo [SCHRÖDINGER, 1935b] en el que comentaba ciertos aspectos de la paradoja propuesta. Pero Schrödinger no se limitó a insistir en los inconvenientes que planteaba Einstein en su artículo, sino que dedicó cierto tiempo del segundo semestre de ese año 1935 a explorar otros aspectos contradictorios u oscuros de la teoría cuántica. El resultado de esa elaboración fue el conocido artículo *del gato* que se publicó –en tres entregas– en noviembre y diciembre de 1935 en *Die Naturwissenschaften* [SCHRÖDINGER, 1935c], y otro artículo para la *Cambridge Philosophical Society* donde desarrolló sus ideas [SCHRÖDINGER,

20. Einstein a Schrödinger, 31 de mayo, 1928. En PRZIBRAM [1967, p. 31].

1936]. El mismo autor reconocía en su “confesión general” que algunos de los problemas que le inquietaban los había tratado con anterioridad en las lecciones impartidas en España, sin haber conseguido, de momento, hacer siquiera “la sombra de una contrapropuesta [a la interpretación canónica]” [SCHRÖDINGER, 1935c, p. 848].

Todo ello también permite explicar los malentendidos que dieron pie a las pocas fuentes de información sobre esta conferencia. Al margen de los problemas propios de un lenguaje para especialistas, bien pudiera ser que la audiencia un poco más preparada no estuviera al caso de la naciente disidencia de Schrödinger. Sea como fuere, la impresión que causó en los académicos españoles fue positiva hasta el punto de que, antes de que abandonase España, el pleno de la ACEFN aprobó su nombramiento como Académico Extranjero de la misma [DÍAZ, 2016]. Recordemos, eso sí, que era Premio Nobel.

6. UN GRAN OCHO CON CENTRO EN MADRID

Aparte de los cursos y ponencias, no sabemos demasiado sobre los días que Schrödinger pasó en España, junto a su mujer, en esa primavera de 1935. A nivel profesional, seguía en su condición de exiliado en Oxford, cobrando una especie de beca privada sin demasiadas obligaciones, donde no se encontraba muy motivado [HOCH Y YOXEN, 1987, p. 595]. Allí estará hasta el otoño de 1936, cuando se trasladarán a Graz él, Annie, su hija Ruth, Hilde March —la madre de Ruth— y Arthur March, esposo de Hilde [MOORE, 1989, p. 321]. Así como en su visita a España de 1934 Schrödinger aún estaba en el trance de valorar su traslado a Princeton, esta opción parecía, menos de un año después, menos factible²¹. Quizá en esta nueva visita, más larga y con una dedicación académica de más fuste que la anterior, Cabrera llegó a barajar la posibilidad de ofrecerle una posición en España. No disponemos, sin embargo, de pruebas de ello.

Tanto Moore como Auguste Dick²² afirman que la carta de renuncia de Schrödinger a su posición en la Facultad de Filosofía de la Universidad de Berlín fue escrita desde Alcalá de Henares, pero no hemos hallado documentación al respecto [MOORE, 1989, p. 300]. Sí la respuesta institucional que significaba su desvinculación, oficial desde marzo, cuando supuestamente llegó la carta desde España, y el agradecimiento por los servicios prestados. La carta está firmada por el mismísimo Adolf Hitler el 20 de junio de 1935²³. Según los documentos que obran en el Archivo secreto prusiano, dicha renuncia y la consecuente aceptación habrían sido propiciadas por el régimen de Hitler porque “su regreso a la Cátedra de Física Teórica en la Universidad de Berlín no [era] deseable por razones políticas”²⁴.

21. Véase la referencia de la nota 17.

22. Catálogo de la exposición hecha en la Universidad de Viena en 1987 para conmemorar el centenario del Schrödinger. Referencia 143. Documento cedido por Peter Graf. Moore data la admisión de la renuncia de Schrödinger el 31 de marzo (¿domingo!). No sabemos con exactitud cuándo llegó Schrödinger a España, pero sí que el 27 de marzo de 1935 dio su primer curso en el INFQ.

23. NES. Certificado de exención, 20 de junio de 1935.

24. GSPK. I. HA Rep. 90A Nr. 1770.

En cualquier caso, la escasa información que hemos podido pergeñar de la visita de 1935 indica que el estado emocional de Schrödinger había mejorado sustancialmente respecto a su visita del año anterior [PÉREZ *et al.*, 2020, p. 217]. Todo apunta a que, a nivel anímico, los nubarrones que enturbiaban su ánimo se habían desvanecido. Así como en verano de 1934 Erwin vino seguramente en barco y solo, mientras Annie pasaba unos días en Suiza con Hermann Weyl, en la primavera siguiente vinieron ambos en el coche de Annie y visitaron numerosas ciudades españolas, además de pasar como mínimo un par de semanas en Madrid, donde sin duda hicieron algo de vida social. De acuerdo con lo recordado por Nicolás Cabrera y alguna que otra referencia aislada, es probable que se alojaran precisamente en Alcalá de Henares [CABRERA, 1979, p. 71]²⁵. En la entrevista con que hemos abierto el artículo leemos²⁶:

Estuve una temporada en Inglaterra trabajando. Aquí estoy ahora un poco sorprendido por el cambio de luz y de tonos y de costumbres. Del silencio inglés al ruido español. Hablo del ruido de la calle. Pero a mí me agrada esta vivacidad del carácter español. He visitado, por otra parte, lugares bien silenciosos: El Escorial, maravilloso. Alcalá mismo, donde vivo, es un lugar privilegiado para vivir en paz y estudiando.

En general, las pocas referencias que hemos hallado en su correspondencia a este periplo son más que positivas, y de hecho Nicolás Cabrera afirmó que el físico vienés tenía intención de volver al año siguiente, en 1936.

En una especie de memoria manuscrita (y, que nosotros sepamos, no publicada) sobre la historia de su BMW –“Lo que puede contar un pequeño B.M.W”– Annie dejó constancia de que en la primavera de 1935 los Schrödinger hicieron un “maravilloso” viaje por España en el que recorrieron 8.000 Km (suponemos que incluye el kilometraje desde el Reino Unido)²⁷. A Einstein le explicó que²⁸:

... el viaje fue maravilloso. Fuimos con mi mujer en nuestro pequeño coche. Hemos trazado un gran número ocho sobre la península con Madrid en su centro; el bucle sur incluía Valencia, Gibraltar, Cádiz, el bucle norte Salamanca, Altamira, Roncesvalles. En Altamira hay una cueva con pinturas de hace 20.000 años con una frescura y vitalidad increíbles. No son solamente dibujos infantiles bien ejecutados sino un verdadero apogeo de capacidad creativa.

Gracias a unas postales que Annie y Erwin enviaron a las hermanas de aquella sabemos que también estuvieron en Toledo, Alicante y Granada²⁹. En la figura 2 hemos hecho una tentativa de trazar el ocho a que se refiere Schrödinger.

Recordemos la cronología de su visita: Dio las charlas en el INFQ los días 27, 29 y 30 de marzo, y el primero de abril en la SEFQ. No tenemos constancia de qué hizo hasta el día 10, cuando impartió la última conferencia, esta vez en la ACEFN, aunque seguramente fueron

25. Véase también el documento citado en la nota 22.

26. Véase la nota 2.

27. NES. “Was ein kleiner B.M.W. erzählen kann”.

28. Véase la nota 17.

29. NES. Erwin Schrödinger a Irmgard Bertel, 14 de abril, 1935; Annie Schrödinger a Irmgard Bertel, 17 de abril, 1935; Annie Schrödinger a Elisabeth Bertel, 17 de abril, 1935; Erwin Schrödinger a Irmgard Bertel, 14 de abril, 1935.

los días que se instaló en Alcalá de Henares y visitó los alrededores de Madrid. La firma del recibo por el cobro del INFQ es del día 3 de abril, y la entrevista del *Heraldo de Madrid* arriba citada se publicó el día 5. Probablemente fue en esos días cuando cruzó unas palabras con don Miguel de Unamuno en el INFQ [CABRERA, 1979, p. 71].

Que la mitad sur del ocho la recorrieron después lo sabemos por las postales antes mencionadas; ellas también nos informan de que algunos profesores de la Universidad de Granada hicieron de anfitriones a los Schrödinger. En la ciudad morisca los Schrödinger estuvieron varios días en una pequeña pensión, y quedaron maravillados por la Alhambra. El mismo rector –Antonio Marín de Ocete– los acompañó a Sierra Nevada el sábado 20 de abril; los periódicos informaron de que hizo buen tiempo y sobre diversas pruebas de esquí celebradas durante esos días. Esa semana era la Semana Santa, de modo que no había clases. No tenemos indicios de que Schrödinger impartiera ningún seminario, ni en Granada, ni en las otras ciudades con facultades de ciencias dónde estuvo, como Valencia o Salamanca.



Figura 2 Recorrido tentativo de los Schrödinger en un mapa de carreteras de la época (Mapa de itinerarios del Circuito Nacional de Firms Especiales, 1926/1939. Fuente: <<http://carreterashistoricas.blogspot.com>> [Consulta: 01/09/2021].

Podemos suponer que después de volver a Madrid los Schrödinger completaron su periplo dirigiéndose a Salamanca y Santander, para salir finalmente por donde habrían entrado casi un mes antes, Roncesvalles.

Del círculo de conocidos de Madrid, a los que se refirió en una carta posterior a Cabrera como “los amigos del Instituto Rockefeller”, sabemos que formaban parte, como mínimo, Zubiri y su mujer (Carmen Castro), Palacios, Miguel Catalán y la “Señora Bauer”³⁰; esta probablemente sea la viuda Bauer, heredera de una familia de banqueros muy conocida en la alta sociedad madrileña de aquel entonces. Moore cita también –todo hay que decirlo, de manera un tanto estrafalaria– un posible idilio con una tal “Susanna Mocaroca” y otras “beatiful Spanish ladies” [MOORE, 1989, p. 300]; pero de todo ello no hemos hallado ni una sola pista.

Con Enrique Moles no pudieron intimar demasiado, pues de ello se lamentaba el científico español en la correspondencia que intercambiaron con motivo de la publicación del artículo de Schrödinger en los *Anales* de la Academia³¹. En ella podemos leer que Moles se compromete a presentarle en un futuro encuentro un famoso clarete de Arganda y un coñac muy viejo, el *González Byass*. El amor de Schrödinger por los placeres mundanos era, pues, proverbial.

7. LA POSIBLE ESCUELA DE SCHRÖDINGER EN ESPAÑA

¿Habría sido factible una *escuela de Schrödinger* en España? Ciertamente, el padre de la mecánica ondulatoria nunca se caracterizó por establecer o participar en grupos de investigación. Sin embargo, el contexto singular en que se encontraba en Oxford seguro que le obligó a examinar opciones antes no contempladas. Ya solo atendiendo a su visita de 1934 se puede apreciar la nada desdeñable influencia del físico vienés en la entrada de la mecánica ondulatoria en España, pues de una forma directa o indirecta estuvo relacionado con la mayoría de las primeras publicaciones nacionales sobre el tema, en los años 1930 [PÉREZ *et al.*, 2020, p. 220] (de hecho, poco después de esta segunda visita se anunciaba en los periódicos la comercialización de su librito *La nueva mecánica ondulatoria*, de la editorial Signo, que recogía sus intervenciones en Santander [SCHRÖDINGER, 1935d])³².

Que el país era de su agrado ya ha quedado suficientemente de manifiesto, pero añadamos aún otra muestra. Esto es lo que le decía a Einstein en una carta a la que ya hemos acudido en más de una ocasión³³:

Acabo de regresar de España y estoy entusiasmado. Cuando pienso que tuviste la oportunidad de ir allí y también probablemente de vivir fuera de Madrid tanto como te apeteciera (después de todo,

30. Schrödinger a Cabrera, 2 de setiembre, 1937. En SÁNCHEZ RON [1999, p. 317].

31. Moles a Schrödinger, 20 de mayo, 1935. *NES*, “Manuskript und Korrespondenz zu ‘Son lineales las verdaderas ecuaciones del campo electromagnético?’”.

32. Por ejemplo: Anuncios telegráficos de bibliografías. *ABC*, 14 y 19 de mayo, 1935.

33. Véase la nota 17.

¿donde podrías no vivir si quisieras!) —cuando lo pienso, incluso con vuestra ilustre y amada persona me es difícil reprimir injurias verbales que deteriorarían seriamente el juicio de aquel a quien van dirigidas.

Schrödinger se refiere a la posibilidad que tuvo Einstein de ocupar una plaza permanente en la Universidad de Madrid, proyecto que finalmente nunca llegó a prosperar, pues la situación española, primero, y europea, después, lo frustraron [SÁNCHEZ RON y GLICK, 1983]. La alternativa de crear algo parecido a un grupo de investigación pasó por la cabeza de Schrödinger. Veamos el comentario que le hizo llegar (desde Bruselas) a Cabrera (en París), estando ambos exiliados, en 1939 (el español es de Schrödinger)³⁴:

¿Qué harán Vds.? Yo, por el momento, tengo una posición por seis meses, posición muy bien pagada. Después tengo —muy probablemente— la posibilidad de [Trabajo?] una [càtedra?] en el extremo Norte del continente, o para decir mejor, en una de sus islas. Aunque la gente de allá me trate con mucha amistad, me parece una decisión lúgubre para un hombre que quiere los montes, que quiere el Sur, que quiere el Mediterráneo. Le imploro no dígaselo a nadie porque es muy probable que no obstante tendré que hacerlo. Sin embargo, sigo rumiando otras posibilidades. Pienso formalmente en América del Sud, quiero decir en los países donde se habla castellano. He pensado si, añadiendo nuestros dos nombres bien conocidos en el mundo (por lo menos en el mundo de la física), nos ofreciésemos a trasplantar la física europea a un sitio apartado, en Perú, por ejemplo, trayendo con nosotros algunos discípulos, —¿cree Ud. Que se podría obtener condiciones posibles y al fin adquirir una nueva patria? ¿Es eso un sueño vano?

De modo que las circunstancias le llevaron a fantasear incluso con una escuela de física liderada por él y Cabrera allende los mares. Pero, ¿había físicos en España que hubieran podido ser discípulos —y colegas— de Schrödinger? Para responder esta pregunta necesitaríamos conocer, por ejemplo, la audiencia que tuvo Schrödinger en la UIS, en 1934, y especialmente en el INFQ en 1935. De estas audiencias solo sabemos con seguridad que Xabier Zubiri se cuidó de la traducción y edición de las notas de la UIS y que Gil Santiago publicaría, seis años después, sus notas sobre las sesiones en el INFQ, unas notas que siguen bastante de cerca el manuscrito del propio Schrödinger, lo que invita a pensar que el ingeniero español pudo consultarlas en algún momento de la estancia de Schrödinger. A su vez, Fernando Peña Serrano publicó, en 1937, un artículo con el tratamiento mecánico-cuántico del oscilador armónico, inspirado por “una idea expuesta por Schrödinger en las conferencias dictadas hace dos años en el Instituto de Física de Madrid” [PEÑA SERRANO, 1937, p. 10]. Tanto Gil Santiago (1903-1979)³⁵ como Peña Serrano (1894-1960) eran ingenieros con interés en la física moderna. En cuanto a físicos en formación, como mínimo Nicolás Cabrera (1913-1989), hijo de Blas, sí admitía años después que la visita de Schrödinger podía haber sido un prometedor comienzo [PÉREZ *et al.*, 2020, p. 222]; Manuel Tagüeña (1913-1971), compañero de este en Santander, también se había iniciado en la nueva mecánica, en particular en los aspectos relacionados con la dualidad onda-partícula [TAGÜEÑA, 1978, pp. 62-63].

34. Schrödinger a Cabrera, 24 de febrero de 1939. En SÁNCHEZ RON [1999, p. 318].

35. En esta sección incluiremos las fechas de nacimiento y muerte de los principales protagonistas, siempre que nos haya sido posible documentarlas.

Merece la pena hacer una parada para dedicarle unas líneas a Gil Santiago, dado su papel crucial en esta visita de Schrödinger, lo desconocida que es su biografía, y lo bien que puede ilustrar, una vez más, el cambio dramático que representó el estallido de la guerra y su posterior desenlace³⁶. Se licenció en ciencias físicas por la Universidad Central de Madrid, con premio extraordinario, en 1926. En 1929 fue nombrado profesor auxiliar de la Cátedra de Acústica y Óptica de la Universidad Central. En 1932 recibió el título de Ingeniero de Telecomunicaciones, como alumno libre de la Escuela Oficial de Telecomunicación de Madrid, de la que sería más adelante su director [DA-RIVA, 1997]. El 9 de febrero de 1933 Gil Santiago envió una solicitud de beca a la JAE en la que exponía que³⁷

... desea realizar estudios teóricos de Física, en todo aquello que se refiere a la moderna teoría de los quanta, y especialmente Mecánica ondulatoria, a cuyo fin desea seguir los cursos normales y clases de seminario que en el primer semestre de 1934 desarrolla el profesor Schrödinger en la Universidad de Berlín. Que estos estudios preliminares, los desea efectuar principalmente con el fin de capacitarse suficientemente para efectuar trabajos teóricos sobre el citado tema, los cuales de ser posible intentará comenzar allí el solicitante, y en todo caso proseguir en España.

Y afirmando, además, que

... ha trabajado durante seis meses bajo la dirección de D. Julio Palacios en el laboratorio de Investigaciones Físicas, sobre determinación de estructura cristalina mediante rayos X...

A este fin solicitaba ser pensionado para una estancia de unos diez meses como mínimo, a contar a partir de septiembre u octubre de 1933. En una memoria titulada “Analogías de la mecánica clásica y ondulatoria”, fechada en abril de 1933, y que acompañaba la solicitud anterior, Gil Santiago presentó una exposición de los orígenes de la mecánica cuántica, especialmente del papel de Schrödinger en la introducción de las que denomina “frecuencias propias de resonancia”. En sesión del 6 de junio de 1933 se aprobó la petición de Gil Santiago. Sin embargo, el 6 de mayo de este año se habían promulgado en Alemania las leyes raciales contra los profesores universitarios que originarían una oleada de exilios forzados. Schrödinger, a pesar de no ser judío, aceptó el puesto ofrecido por el *Magdalen College* de Oxford, universidad a la que se incorporó el 4 de noviembre de 1933. Se frustraban, pues, los planes de Gil Santiago de formarse e investigar en mecánica cuántica con Schrödinger.

Pero no renunció a su pensionado en Berlín, y durante el curso 1933/34 trabajó en el *Heinrich Hertz Institut für Schwingungsforschung* (*Instituto Heinrich Hertz para la investigación de vibraciones*), centro de referencia en telecomunicaciones [DA-RIVA, 1997]. En mayo de 1934 Gil Santiago se encontraba aún en Berlín, de modo que tampoco pudo asistir a las lecciones de Schrödinger en la UIS del verano de 1934. Lo atestigua una carta que envió desde Berlín, con fecha 6 de agosto, al secretario de la JAE. La junta no renovó su pensión, a pesar de la intención inicial de hacerlo, según se desprende de la nota interna del 31 de julio. El 30 de noviembre se le comunicaba a Gil Santiago la no renovación de pensionado, al tiempo que se le informaba de que podía acudir a la nueva convocatoria del año siguiente. En

36. Lo que sigue es un breve anticipo de una biografía de Eduardo Gil Santiago, actualmente en preparación.

37. AJAE. Expediente Eduardo Gil Santiago.

la memoria de la JAE correspondiente al año 1934 hay una valoración final del trabajo de Gil Santiago que no resulta muy favorable. Desafortunadamente, entre la documentación del archivo de la JAE no hemos encontrado la memoria de Gil Santiago y no nos resulta posible valorar, por tanto, si realmente siguió cursos de mecánica cuántica de la Universidad de Berlín, a pesar de la ausencia de Schrödinger, o si, por el contrario, se centró en su trabajo técnico en el *Heinrich Hertz Institut*³⁸.

Como ya sabemos, sí que asistió al curso impartido por Schrödinger en el INFQ en 1935, donde tomó los apuntes de sus lecciones. También sabemos que, en verano de 1936, sí participó en la UIS, cuyas clases se iniciaron el 6 de julio –con aparente normalidad– pero que se clausuró ya en pleno conflicto bélico el 29 de agosto [MADARIAGA y VALBUENA, 1999]. Dejaremos para otra ocasión hacer un recorrido más detallado por la interesante e ilustrativa biografía de este personaje, clave en la visita de Schrödinger y sin duda firme candidato a la hipotética escuela de especialistas españoles en la mecánica ondulatoria. Solo añadiremos que la posguerra fue traumática para él y su carrera, debido a su participación en el ejército republicano³⁹. Inhabilitado para la docencia, Gil Santiago publicaría finalmente, en el año 1941, sus apuntes de las lecciones de Schrödinger [GIL SANTIAGO, 1941] con el título de “Nociones de la nueva mecánica cuántica” en la revista *Metalurgia y Electricidad*.

Ante la imposibilidad de documentar más los públicos de Schrödinger en España, no nos queda otra que especular sobre sus posibles interlocutores, sean catedráticos y profesores de las universidades españolas o jóvenes investigadores que empezaban a labrarse su futuro profesional. En la tabla 1 se han relacionado las cátedras de física que existían en el año 1935, con indicación de la asignatura a la que correspondían, los nombres de los catedráticos que las ocupaban y su situación después de la guerra [MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA, 1935]. En la Tabla 2 se ha dispuesto un listado de la nómina de los investigadores de las secciones de física del INFQ, correspondiente al mes de abril de 1935, indicado la especialidad de su formación como investigador (físico, químico o ingeniero), así como su situación después de la guerra (reincorporado o exiliado)⁴⁰.

La Universidad de Madrid disponía de siete cátedras de física, y allí enseñaban Blas Cabrera (1878-1945) y Julio Palacios (1891-1970), válidos interlocutores de Schrödinger, y de los que ya hemos escrito. Pero otra cátedra estaba ocupada por Manuel Martínez-Risco y Macías (1888-1954), quien, gracias a uno de los primeros programas de ayuda a la investigación de la JAE, entre los años 1909 y 1911 se había formado en Holanda con el profesor Pieter Zeeman, premio Nobel de física en el año 1902. Aunque en 1935 su línea de investigación estaba más dedicada a la física experimental [CALVO PADILLA, 2003], creemos que, potencialmente, habría podido formar parte también del grupo de Schrödinger.

38. Aparentemente, Gil Santiago no comunicó a la JAE el cambio de orientación de su estancia en Berlín.

39. *AGHD*. Sumarísimo 62616.

40. *AGA*, fondo CSIC.

Tabla 1. Cátedras de física de las universidades españolas en 1935. Todas ellas corresponden a facultades de ciencias. Los datos están extraídos de [MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA, 1935].

Universidad	Asignatura	Catedrático	Situación en 1940
Barcelona	Mecánica Racional	Esteban Terradas e Illa	Rehabilitado
Barcelona	Física General	Eduardo Alcobé y Arenas	Jubilado
Barcelona	Física (Acústica y Óptica)	Ramón Jardí Borrás	Rehabilitado
Barcelona	Física del Globo	<i>Vacante</i>	
Granada	Física General	José Domingo Quílez	Separado de la plaza
La Laguna	Física Teórica y Experimental	Luis Bru Villaseca	Rehabilitado
La Laguna	Ampliación de Física	<i>Vacante</i>	
Madrid	Física Matemática	Pedro Carrasco y Garrorena	Exiliado
Madrid	Cosmografía y Física del Globo	Honorato de Castro Bonel	Exiliado
Madrid	Mecánica Racional	Francisco de A. Navarro Borrás	Rehabilitado
Madrid	Física (Electricidad)	Blas Cabrera y Felipe	Exilado
Madrid	Física (Acústica y Óptica)	Manuel Martínez Risco y Macías	Exiliado
Madrid	Física (Termología)	Julio Palacios Martínez	Rehabilitado
Madrid	Mecánica Racional	<i>Vacante</i>	
Murcia	Física General	<i>Vacante</i>	
Oviedo	Física General	Demetrio Espurz y Bengoa	Jubilado
Salamanca	Física General	José Baltá Elias	Rehabilitado
Salamanca	Física del Globo	<i>Vacante</i>	
Santiago	Física General	Mariano Álvarez Zurimendi	Rehabilitado
Sevilla	Física General	Luis Abaurrea y Cuadrado	Jubilado
Sevilla	Física del Globo	<i>Vacante</i>	
Sevilla	Ampliación de Física	<i>Vacante</i>	
Valladolid	Física General	Arturo Pérez Martín	Asesinado por falangistas
Valencia	Física General	Fernando Ramón Ferrando	Traslado forzoso (Murcia)
Valencia	Ampliación de Física	<i>Vacante</i>	
Zaragoza	Física General	Mariano Velasco Durántez	Expulsado y reintegrado
Zaragoza	Mecánica Racional	Juan Marco Montón	Rehabilitado
Zaragoza	Acústica y Óptica	Juan Cabrera Felipe	Rehabilitado
Zaragoza	Física del Globo	<i>Vacante</i>	
Zaragoza	Termología	<i>Vacante</i>	
Zaragoza	Electricidad y Magnetismo	<i>Vacante</i>	

En Barcelona, donde había cuatro cátedras, una estaba ocupada por Esteban Terradas (1883-1950), ya al final de su dilatada carrera, pero que todavía publicaría unas lecciones de mecánica de sólidos -que incluían un tratamiento mecánico-cuántico- para la Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos [GIMENO, 2015, p. 163]. Pero también estaba Eduardo Alcobé (1867-1947), quien, aunque especializado en física atmosférica, publicaría aquel mismo año una conferencia sobre el principio de indeterminación [ALCOBÉ, 1935].

En Valencia estaba Fernando Ramón Ferrando (1891-1974), que había publicado unas lecciones sobre la nueva mecánica [RAMÓN FERRANDO, 1933]. En Zaragoza, donde había seis cátedras, se encontraban Juan Cabrera (1898-1975) y Mariano Velasco (1897-1984). Juan Cabrera, hermano de Blas, había estado becado en París por la JAE entre 1921 y 1923, donde trabajó en el *Laboratoire de Recherches Physiques*, dirigido por Maurice de Broglie, en difracción de rayos X. En una carta de recomendación, fechada el 15 de enero de 1923, De Broglie escribía a propósito de Cabrera: “il a poursuivi, avec beaucoup d’assiduité, des recherches sur les rayons bêta des corps radioactifs et leurs connexions avec les rayons gamma. Ces travaux ont déjà donné lieu à plusieurs résultats nouveaux et paraissent devoir se développer d’une façon très intéressante”⁴¹. Por su parte, Velasco había estado becado por la JAE, entre los años 1931 y 1932, para visitar distintos laboratorios europeos de difracción de rayos X, y en el mes de abril de 1936 solicitó⁴² a la JAE “un auxilio de pensión para estudiar durante dos meses en Inglaterra la estructura del núcleo atómico”⁴³. Finalmente, se acababa de incorporar a la Universidad de La Laguna el joven catedrático Luis Bru Villaseca (1909-1997), natural de Almería, y que en 1934 había pedido una pensión a la JAE para realizar estudios también sobre difracción de electrones, bajo la dirección del profesor Emil Rupp, en Berlín.

En cuanto al personal del INFQ, en la tabla 2 se pueden ver los miembros de las secciones dirigidas por Blas Cabrera, Julio Palacios, Miguel Catalán y Enrique Moles. En ella no aparecen, sin embargo, algunos jóvenes investigadores del INFQ que en el momento de la visita de Schrödinger se encontraban en el extranjero, según podemos deducir de la memoria de aquel año [JAE, 1935]. Tal es el caso de Salvador Velayos Hermida (1908-1997), alumno de doctorado de Cabrera, que se encontraba becado en el *Physikalisches Institut* de la Universidad de Múnich trabajando en el grupo de Walther Gerlach, o de Antonio Espurz Sánchez, también en Múnich, profesor ayudante de Palacios en la Universidad de Madrid y que había trabajado también con Cabrera en el INFQ.

Aunque represente solamente la fotografía de un instante, la alta proporción de exiliados es una buena muestra de la pérdida de talento que conllevó la Guerra Civil. El grupo de Blas Cabrera prácticamente desapareció. Solamente dos de sus miembros se reintegraron en el nuevo organismo de investigación creado por el franquismo sobre la base de la JAE, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En cambio, el grupo de Julio Palacios, afín al nuevo régimen, continuó por completo en la nueva institución [CANALS Y GÓMEZ-

41. *AJAE*.

42. Todas las ayudas de la JAE fueron suspendidas definitivamente en el mes de septiembre del 1936.

43. *AJAE*.

Tabla 2. Personal investigador de las secciones de física y química-física del INFQ según la nómina del mes de abril de 1935^{*}

Investigador	Cargo	Formación	Situación en 1940
Sección Electricidad y Magnetismo			
Blas Cabrera Felipe	Profesor	Físico	Exiliado
Gustavo Montaud Noguero	Ayudante	Ingeniero	Militar. Exiliado
Guillermo Sans Huelin	Becario	Ingeniero	CSIC (Geofísica)
Ricardo Salcedo Gumucio	Becario	Físico	CSIC (Física Nuclear)
Arturo Duperier Vallesa	Agregado	Físico	Exiliado
Sección Rayos Roentgen			
Julio Palacios Martínez	Profesor	Físico	CSIC (Física Médica)
Piedad de la Cierva Vindes	Becario	Química	CSIC (Óptica)
Luis Rivoir Álvarez	Becario	Químico	CSIC (Cristalografía)
Sección Espectroscopía			
Miguel Catalán Sañudo	Profesor	Químico	CSIC (Espectroscopia)
Francisco Poggio Moserana	Becario	Químico	Profesor de Secundaria
Pilar Madariaga Rojo	Becario	Química	Exiliada
Manuel Telles Antunes	Becario	Físico	Regresa a Portugal
Santiago Piña de Rubiés	Agregado	Químico	No continúa
Josefa González Aguado	Becaria	Química	No continúa
Sección Química-Física			
Enrique Moles Ormella	Profesor	Químico	Exiliado
Augusto Pérez Vitoria	Becario	Químico	Exiliado
Lucas Rodríguez Pire	Becario	Químico	Universidad de Oviedo
Miguel Crespi Jaume	Agregado	Químico	Universidad Central

* Fuente: AGA. Fondo CSIC. (05) 004.001-Libro 251. Top. 32/00.201-00.406.

RODRÍGUEZ, 2017]. Asimismo, otros investigadores prometedores del INFQ, aunque pudieron seguir en el contexto universitario, como Velayos, Espurz o Bru, fueron desvinculados del nuevo organismo de investigación.

Un caso aparte es el del catedrático de la Escuela de Ingenieros de Barcelona Ferran Tallada (1881-1937). Tallada, en febrero del 1932, se encontraba becado por la JAE en París “siguiendo los cursos y conferencias que sobre teorías cuánticas se desarrollan en el *Institut Henri Poincaré*”, y solicitó la prórroga de su beca “dado el interés que ha de ofrecer para la cultura española la aportación y difusión de las modernas teorías científicas”. A su regreso, en junio de 1933, dio una conferencia en el INFQ sobre la conexión entre las mecánicas cuántica y relativista, pero al año siguiente, estando otra vez en París, Tallada se puso enfermo de gravedad, falleciendo prematuramente en Barcelona en 1937.

También es singular el caso de Felisa Martín Bravo (1898-1979), primera mujer doctorada en física en España, quien en 1932 estuvo becada en el laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge, donde trabajó en el estudio de estructuras cristalinas mediante rayos X, especializándose en física de la alta atmósfera con el profesor Charles T. R. Wilson. Lamentablemente, su petición de renovación para el año 1934 fue desestimada después de que, al parecer, sus trabajos fueran extraviados durante el proceso de evaluación.

Además de esta nómina de catedráticos e investigadores del INFQ, tenemos evidencias de otros físicos o ingenieros con intereses que les sitúan en la órbita de la física cuántica. Así, el archivo de la JAE también nos pone sobre la pista de Francisco Fernández Mier y Terán, nacido en Cádiz en el año 1900, profesor auxiliar de Física en la Facultad de Medicina, que solicitó repetidamente a la JAE (años 1934 a 1936) una pensión para trabajar en el susodicho instituto *Henri Poincaré*, para “seguir el curso de conferencias que sobre Mecánica Ondulatoria expone el profesor Luis de Broglie en la Sorbona, y efectuar trabajos personales bajo la dirección del mencionado profesor”. El expediente precisa que se adjuntaban una carta de De Broglie, así como una publicación que acababa de realizar el interesado [FERNÁNDEZ MIER, 1935]. No tenemos constancia de que llegara a realizar su proyecto, y sólo sabemos que después de la guerra se incorporó como profesor de matemáticas en el instituto Columela de Cádiz. Finalmente, a la lista de interesados en las nuevas ideas, hay que añadir otros nombres, como Juan Puig Villena (1891-1943) y Jaime Viñallonga Garriga, autores de libros de texto de mecánica cuántica [BAIG, GIMENO Y XIPELL, 2012].

8. COMENTARIOS FINALES

Hasta aquí el vaciado de la documentación que hemos encontrado relacionada con esta visita, poco conocida, de Schrödinger a la España de 1935. Aunque es escasa, hemos aportado nuevos datos que permiten reconstruir, con un poco más de detalle de lo hecho hasta ahora, el carácter y el contenido del viaje de los Schrödinger por las carreteras españolas. También el estudio que publicamos con anterioridad sobre su primera visita de 1934 nos permite poner mejor en contexto este episodio, así como valorar sus implicaciones.

En lo que a la física española se refiere, hemos precisado hasta donde nos ha sido posible cuál pudo ser la audiencia interesada en las conferencias de Schrödinger en Madrid. Nuestras pesquisas nos permiten, ya no hipotetizar, sino asegurar que había mimbres para empezar a urdir una comunidad de físicos teóricos españoles, a partir sobre todo del personal del INFQ. Físicos e ingenieros interesados y competentes no faltaban, y no resulta descabellado plantear la posibilidad de que si las condiciones políticas y sociales hubieran seguido otros derroteros, el propio Schrödinger hubiera considerado seriamente visitar España con regularidad. El impresionante desarrollo que la física experimental tuvo en España a partir de 1910 bien pudo haber tenido su correlativo teórico en la nueva mecánica ondulatoria a principios de los años treinta. Y en ello, las dos visitas de Schrödinger fueron cruciales. A este respecto, resulta ilustrativo comparar este episodio con lo ocurrido en Roma, en el grupo en que destacó Fermi y que también recibió apoyo de la fundación Rockefeller [KOHLE, 1991, pp. 188-198].

Aunque la física italiana partía de una situación mucho mejor que la española, el rápido desarrollo de esta permitía augurar un crecimiento sostenido.

En definitiva, nuestro repaso a la potencial audiencia de las conferencias de Schrödinger de 1935 muestra que España no tenía por qué ser una mala elección para el premio Nobel y padre de la mecánica ondulatoria. La física española se hallaba en pleno auge, y ya hacía años que el nuevo impulso que había recibido la ciencia en general y la física en particular estaba dando sus frutos. Se trataba, ni más ni menos, de un país que ansiaba salir de la periferia científica [GAVROGLU *et al.*, 2008], y que sin lugar a dudas lo estaba consiguiendo. El más que probable éxito entre la nueva generación de físicos de la primera visita de 1934 a la UIS animó a Cabrera a organizar un curso con más enjundia y a presentar a Schrödinger de manera formal a la comunidad científica de Madrid, con la mente puesta en la promoción de la física teórica, de la mecánica cuántica, asignatura pendiente de la física de la Edad de Plata de la ciencia española. La mecánica cuántica era además la teoría que daba cuenta de las propiedades magnéticas de la materia, campo en el que los investigadores del INFQ eran expertos, pero en su vertiente experimental.

Por ello, pensamos que Schrödinger tampoco fue una mala elección para imprimir este nuevo impulso. A pesar de no caracterizarse por la formación de grupos de investigación en su entorno, era experto como pocos en la nueva mecánica, y podía presentar su contenido resaltando los puntos que aún merecían atención y reflexión. Además, la propia idiosincrasia del personaje y su excepcional (aunque desafortunada) situación le convertían en un candidato magnífico para congraciarse con España. Su amigo Von Laue fue testigo de que estando en Oxford, en la primavera de 1934, Schrödinger barajaba posibilidades entre los puntos más distantes del planeta [MOORE, 1989, p. 295].

Schrödinger impartió un curso de mecánica ondulatoria a unos físicos ávidos de entrar en detalle en la nueva mecánica –que por entonces ya tenía casi dos lustros– y no perdió la oportunidad de darle a una presentación rigurosa su toque personal. Como ya hiciera en su visita del año anterior, entró en los pormenores de una crítica que no se haría más general y conocida hasta unos pocos meses después, en otoño de 1935. De modo que en España expuso lo que serían los antecedentes de la célebre disidencia de Schrödinger respecto la interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica (posteriormente conocida como interpretación de Copenhague).

En cualquier caso, ni el desarrollo de las ideas de Schrödinger ni el de la física española pueden entenderse sin atender al estallido de la guerra, primero la civil y la mundial después. El conflicto cambió para siempre los destinos de ambos.

AGRADECIMIENTOS

Parte de esta investigación se ha financiado con el proyecto PID2019-105131GB-I00 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Peter Graf, de la Universidad de Viena, ha localizado y nos ha facilitado algunas de las pocas postales que los Schrödinger enviaron desde España, así como el catálogo de la exposición citado en la nota 22.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES**Archivos**

- AEA. *Albert Einstein Archives*. The Hebrew University of Jerusalem.
- AGA. *Archivo General de la Administración*. Alcalá de Henares.
- AGHD. *Archivo General e Histórico de Defensa*. Madrid.
- AJAE. *Archivo de la Junta para Ampliación de Estudios*. Madrid. Residencia de Estudiantes.
- GSPK. *Geheimes Staatsarchiv Preussischer Kulturbesitz*. Berlin.
- NES. *Nachlass Erwin Schrödinger*. Universität Wien.

Bibliografía

- ALCOBÉ, Eduardo (1935) “Causalidad e indeterminación en la física contemporánea”. *Memòries de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, 25, 85-108.
- BAIG, Marià, GIMENO, Gonzalo y XIPELL, Mercé (2012) “La introducción de la mecánica cuántica en España: las primeras lecciones y los primeros textos”. En: Xavier Roqué (ed.) *La física en la dictadura. Físicos, cultura y poder en España, 1939-1975*. Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, 161-176.
- BORN, Max (1935) *Atomic Physics*. Glasgow, Blackie & Son.
- BORN, Max y SCHRÖDINGER, Erwin (1935) “The absolute field constant in the new field theory”. *Nature*, 135, 342.
- CABRERA, Nicolás (1979) “Apuntes biográficos acerca de mi padre D. Blas Cabrera y Felipe (1878-1945)”. En: *En el centenario de Blas Cabrera*. Madrid, Universidad Internacional de Canarias Pérez Galdós, 59-73.
- CALVO PADILLA, María Luisa (2003) “En el centenario de la Real Sociedad Española de Física: una aproximación a los comienzos de la Óptica en España en el siglo XX”. *Revista Española de Física*, 17, 10-14.
- CANALES, Antonio Francisco y GÓMEZ-RODRÍGUEZ, Amparo (2017) “La depuración franquista de la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE): una aproximación cuantitativa”. *Dynamis*, 37, 459-488.
- DA-RIVA, Rocío (1997) “Los directores de la Escuela de Telecomunicación en su primer medio siglo (1913-1966)”. *Cuadernos de Historia de Telecomunicaciones*, 1. Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.
- DÍAZ, Jesús Ildefonso (2016) “A propósito del potencial de paredes infinitas: el joven Gamow, Schrödinger en España y algunos comentarios matemáticos”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 109, 33-50.
- EINSTEIN, Albert, PODOLSKI, BORIS y ROSEN, Nathan (1935) “Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?”. *Physical Review*, 47, 777-780.
- FERNÁNDEZ MIER, FRANCISCO (1935) “Ideas sobre Mecánica Ondulatoria”, *Las Ciencias*, 3, 531-548.
- FERNÁNDEZ TERÁN, ROSARIO y GONZÁLEZ REDONDO, FRANCISCO (2007) “Blas Cabrera y la física en España durante la Segunda República”. *Llull*, 30, 65-103.
- GAVROGLU, Kostas, PATINIOTIS, Manolis, PAPANELOPOULOU, Fraida, SIMÕES, Ana, CARNEIRO, Ana, DIOGO, Maria Paula, BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón, GARCÍA BELMAR, Antonio. y NIETO-GALAN, Antoni. (2008) “Science and technology in the European periphery: some historiographical reflections”. *History of Science*, 46, 153-175.

- GIL SANTIAGO, Eduardo (1941) "Nociones de la nueva mecánica cuántica". *Metalurgia y Electricidad*, 47, 31-35; 48, 54-58; 51, 22-27.
- GIMENO, Gonzalo (2015) *La matemática de los quanta en España. El andamiaje de la física teórica en el intervalo (1925,1955) [borroso]*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- HEISENBERG, Werner (1930) *The physical principles of the quantum theory*. New York, Dover Publications.
- HOCH, Paul K. y YOXEN, Edward J. (1987) "Schrödinger at Oxford: A hypothetical national cultural synthesis which failed". *Annals of Science*, 44, 593-616.
- KOHLER, Robert E. (1991) *Partners in science. Foundations and natural scientists: 1900-1945*. Chicago, University of Chicago Press.
- JAE (1935). *Memoria correspondiente a los cursos 1933 y 1934*. Madrid, Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.
- JANÉS, Clara (2015a) "Humanismo y ciencia. Erwin Schrödinger y José Ortega y Gasset". *Revista de Occidente*, 408, 63-81.
- JANÉS, Clara (2015b) "El saber y el mar. Xabier Zubiri y Erwin Schrödinger". *Eu-topías. Revista de interculturalidad, comunicación y estudios europeos*, 10, 23-33.
- MADARIAGA, Benito y VALBUENA, Celia (1999) *La Universidad Internacional de Verano de Santander (1932-1936)*. Santander, UIMP.
- MINISTERIO DE INSTRUCCIÓN PÚBLICA (1935) *Escalafón de los catedráticos numerarios de las Universidades de la República en 31 de Agosto de 1935*. Madrid, Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.
- MOORE, Walter J. (1989) *Schrödinger, life and thought*. Cambridge, Cambridge University Press.
- PALACIOS, Julio (1926) "Theorie der Lichtemission nach dem Modell von Rutherford-Bohr". *Annalen der Physik*, 384, 55-80.
- PALACIOS, Julio y CABRERA, Blas (1932) *Discurso leído en el acto de su recepción en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y contestación de Blas Cabrera*. Toledo, Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- PEÑA SERRANO, Fernando (1937) "Un método para determinar los niveles de energía del oscilador armónico". *Revista Matemática Hispano-americana*, 12, 10-16.
- PÉREZ, Enric (2018). "Schrödinger y Unamuno, un encuentro no casual". En: María Dolores Ruiz-Berdún (ed.) *Ciencia y técnica en la universidad. Trabajos de historia de las ciencias y de las técnicas*. Alcalá de Henares, Universidad de Alcalá, 463-472.
- PÉREZ, Enric (2020) "Erwin Schrödinger in the Second Spanish Republic, 1934-1935". En: Christian Fortsner y Mark Walker (eds.) *Biographies in the History of Physics*. Berlin, Springer, 59-73.
- PÉREZ, Enric; GIMENO, Gonzalo, Mercedes XIPELL y Marià BAIG (2020) "La mecánica ondulatoria llega a España: Schrödinger en la Universidad Internacional de Santander, agosto de 1934". *Llull*, 43, 201-226.
- PRZIBRAM, Karl (ed.) (1967) *Letters on wave mechanics. Schrödinger, Planck, Einstein, Lorentz*. New York, Philosophical Library.
- QUÉDEC, Pierre (1988) "Weiss' magneton: The sin of pride or a venial mistake?" *Historical Studies in the Physical Sciences*, 18, 349-375.
- RAMON FERRANDO, Ferrán (1933) "Los cuantos de acción". *Anales de la Universidad de Valencia*, XIV (106), 85-155.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel (1992) "A man of many worlds: Schrödinger and Spain". En: Mitchel Bitbol y Oliver Darrigol (eds.) *Erwin Schrödinger. Philosophy and the birth of Quantum Mechanics*. Paris, Frontières, 9-22.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel (1999) *Cinzel, martillo y piedra. Historia de la ciencia en España (siglos XIX y XX)*. Madrid, Taurus.

- SÁNCHEZ RON, José Manuel (2001) “El mundo científico de Blas Cabrera”. En: Francisco González de Posada, Francisco González Redondo y Dominga Trujillo (eds.) *Actas del I Simposio “Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1945, Cabrera, Cajal, Torres Quevedo”: 3, 4 y 5 de agosto de 1999*. Pozuelo de Alarcón, Amigos de la Cultura Científica, 15-27.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel y GLICK, Thomas F. (1983) *La España posible de la Segunda República. La oferta de Einstein de una cátedra extraordinaria en la Universidad Central (Madrid 1933)*. Madrid, Universidad Complutense.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel y ROCA ROSELL, Antoni (1993) “Spain’s first school of physics: Blas Cabrera’s Laboratorio de investigaciones Físicas”. *Osiris*, 8, 127-155.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1934) “Über die Unanwendbarkeit der Geometrie im Kleinen”. *Die Naturwissenschaften*, 22, 518-520.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1935a) “¿Son lineales las verdaderas ecuaciones del campo electromagnético?” *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 33, 511-517.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1935b) “Discussion of probability relations between separated systems”. *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 31, 555-563.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1935c) “Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik”. *Die Naturwissenschaften*, 23, 807-812, 823-828, 844-849.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1935d) *La nueva mecánica ondulatoria*. Madrid, Signo.
- SCHRÖDINGER, Erwin (1936) “Probability relations between separated systems”. *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 32, 446-452.
- TAGÜEÑA, Manuel (1978) *Testimonio de dos guerras*. Barcelona, Planeta.
- VALERA, Manuel y LÓPEZ, Carlos (2001) *La física en España a través de los Anales de la Sociedad Española de Física y Química: 1903-1965*. Murcia, Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia.
- VAN VLECK, John H. (1932) *The theory of electric and magnetic susceptibilities*. Oxford, Oxford University Press.
- VAN VLECK, John H. (1978) “Cabrera’s experiments and the early theory of paramagnetism”. En: *En el centenario de Blas Cabrera*. Madrid, Universidad Internacional de Canarias Pérez Galdós, 21-29.