

# LA MECÁNICA ONDULATORIA LLEGA A ESPAÑA: SCHRÖDINGER EN LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE SANTANDER, AGOSTO DE 1934\*

ENRIC PÉREZ, GONZALO GIMENO, MERCEDES XIPELL Y MARIÀ BAIG  
Universidad de Barcelona

## *Resumen*

Describimos y analizamos los detalles de la primera visita del físico vienés Erwin Schrödinger a España, en verano de 1934. El motivo del viaje fue la invitación de la Universidad Internacional de Santander, cita a la que acudió después de intervenir en el XIV Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias que se celebró ese mismo verano en Santiago de Compostela. Discutiremos el impacto de esta visita en los primeros desarrollos de la mecánica cuántica en España y veremos el papel que tuvieron en este episodio personajes como Xavier Zubiri o Blas Cabrera. También pondremos esta visita en el contexto de la evolución personal y académica de Schrödinger, especialmente en lo que se refiere al contenido de sus intervenciones. Veremos que lo que presentó en Santiago y Santander debe considerarse un anticipo de su crítica a la interpretación ortodoxa de la nueva mecánica de los cuantos. Dejamos para una segunda entrega el viaje que realizó en la primavera de 1935, menos de un año después, esta vez junto a su esposa Annie, y en la que pronunció diversas conferencias y cursos sobre mecánica ondulatoria en Madrid.

## *Abstract*

We describe and analyze the details of the first visit of the Viennese physicist Erwin Schrödinger to Spain, in the summer of 1934. The reason for the trip was the invitation he received

---

\* Parte de esta investigación ha sido financiada por el proyecto del MCI, PID2019-105131GB-I00.

from the *International University of Santander*, a meeting he attended after participating in the XIV Conference of the *Spanish Association for the Advancement of Science* that took place that same summer in Santiago de Compostela. We will discuss the impact of this visit on the first developments of quantum mechanics in Spain and see the role that personalities such as Xavier Zubiri or Blas Cabrera played in this episode. We will also put this visit in the context of Schrödinger's personal and academic life, especially as regards the content of his talks. We will see that what he presented in Santiago and Santander should be considered as an advance of his criticism of the orthodox interpretation of quantum mechanics. We leave for a second installment the trip he made in the spring of 1935, less than a year later, this time with his wife Annie, and in which he delivered various conferences and courses on wave mechanics in Madrid.

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

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

## 1. INTRODUCCIÓN

Es sabido que la llegada de Hitler al poder, en enero de 1933, tuvo como una de sus consecuencias más sonadas la expulsión, pocos meses después, de muchos investigadores del cuerpo de funcionarios, principalmente por motivos raciales. Entre ellos, Max Born, uno de los padres de la mecánica cuántica, y quien propuso la hoy celeberrima interpretación probabilística de la función de onda en 1926. Los Born se desplazaron a Selva Gardena, el Tirol suizo, donde tenían una casa, y allí, a lo largo de un verano marcado por la incertidumbre, acudieron varios amigos a acompañarles en su exilio [GREENSPAN, 2005]. Entre ellos Max Planck, Wolfgang Pauli, Hermann Weyl y el matrimonio Schrödinger. Seguramente fue durante esos días cuando Erwin Schrödinger decidió no reincorporarse el curso siguiente a su cátedra de Berlín y buscar una posición en otro lugar. Frederick Lindemann, profesor en Oxford y antiguo investigador en el laboratorio de Nernst en Berlín, también acudió a casa de los Born, y fue él quien le proporcionó una salida en Oxford, donde fue nombrado *fellow* del Magdalene College [MOORE, 1989, p. 278]. La de Oxford era una solución temporal, y Schrödinger tuvo que ir pensando en buscar una plaza en otro sitio, como por ejemplo Princeton (que visitó a principios de 1934, ya siendo Premio Nobel), donde estaban Albert Einstein y Weyl. Fue en este peculiar contexto académico y personal –su primera hija, Ruth, nació en mayo– cuando viajó a España por primera vez, en agosto de 1934.

A principios de la década de los treinta España había captado la atención de no pocos intelectuales europeos, especialmente tras la proclamación de la Segunda República. Pero la cosa empezó a torcerse precisamente en 1934, pues a partir de otoño la situación política y social se enturbió. A pesar de ello, Schrödinger volvió a la península en la primavera de 1935, y, según parece, tenía proyectado otro viaje para 1936 [CABRERA, 1972, p. 71].

Hemos dividido el análisis del romance de Schrödinger con España en dos artículos, y a esta entrega le corresponde sólo el primer viaje, de 1934. Se inició con un desembarco en Galicia a principios de agosto, en el XIV congreso de la Asociación Española Para el Progreso de las Ciencias (AEPPC), y continuó con un cursillo en la Universidad Internacional de Santander (UIS), institución señera del nuevo régimen.

Este episodio está estudiado en algunos escritos cortos, todos ellos obra de autores españoles. El primero que lo trató fue, cómo no, José M. Sánchez Ron [1992]. En su artículo encontramos un somero repaso de las dos visitas, que sirven de antesala a unas cartas inéditas que posteriormente Schrödinger envió a Blas Cabrera, sin duda otro de los protagonistas de esta historia. Bastantes años después, Clara Janés, a partir de la correspondencia entre Zubiri y Schrödinger y entre José Ortega y Gasset y Helene Weyl, completó un poco la narración de esas visitas [JANÉS 2015a, 2015b]. En la biografía de Walter Moore las referencias a estos episodios son muy sucintas [MOORE, 1989]<sup>1</sup>.

Tanto el Archivo Zubiri en Madrid como el de Schrödinger en Viena contienen documentos no utilizados por estos autores que nos permiten hacer un relato un poco más pormenorizado. Hemos encontrado, por ejemplo, el manuscrito de la ponencia que Schrödinger leyó en Santiago de Compostela, inédito y desconocido hasta hoy. También otros papeles manuscritos preparatorios del propio Schrödinger nos permiten situar el contenido de sus intervenciones en España en el contexto de sus investigaciones cuánticas, y llamamos la atención sobre el primer texto de Schrödinger publicado en España, nada menos que en 1932, en la *Revista de Occidente* [SCHRÖDINGER, 1932c]. Gracias a todo esto, presentamos algunos antecedentes *españoles* de su famosa crítica a la interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica de 1935 [SCHRÖDINGER, 1935a]. También aportamos un vaciado exhaustivo de la prensa del momento y nuevos datos sacados de biografías de personajes implicados en esta trama, como por ejemplo la de Xavier Zubiri [COROMINAS Y VICENS, 2000], o el estudio de Michel Bitbol sobre la filosofía de la mecánica cuántica de Schrödinger [BITBOL, 1996].

Dos son los marcos en que podemos presentar nuestra investigación. El primero, el del propio Schrödinger. Es habitual situar en 1935 su cambio de actitud ante la mecánica que él mismo contribuyó a crear, con el artículo del gato [SCHRÖDINGER, 1935a]. Veremos que hay que avanzar esa fecha, como mínimo, un año. El segundo, el estado de la Física en España. Poco se había hecho hasta entonces en física cuántica [MORENO, 2000; BAIG *et al.*, 2012], y la presencia de Schrödinger pudo marcar un antes y un después, aunque por desgracia la Guerra Civil no permite valorar cabalmente el impacto de esas visitas y contactos con físicos y filósofos españoles. En definitiva, argumentaremos que la invitación y aceptación de Schrödinger para venir a España representa un episodio ilustrativo, poco conocido, del estado de ánimo tanto de la España de 1934 como del padre de la mecánica ondulatoria.

Como hemos dicho, en este artículo nos centraremos en la primera visita, de 1934, y dejaremos para una segunda entrega su segundo viaje, de 1935. Empezaremos discutiendo

cuáles fueron los motivos, los agentes, que hicieron posible la visita, y a continuación narraremos y analizaremos las estancias de Schrödinger en Santiago de Compostela, primero, y en Santander, después. Aprovecharemos para discutir y valorar el contenido de sus intervenciones y pondremos todo ello en relación con otras publicaciones más conocidas del físico vienés.

## 2. LA INVITACIÓN

La UIS celebró su primera edición en verano de 1933, y fue todo un éxito [MADARIAGA Y VALBUENA, 1999]. A pesar de los recortes que implicó el cambio político de finales de año, tras el triunfo de la coalición radical-cedista, también la edición de 1934 fue exitosa. Acudieron muchos profesores españoles y extranjeros, así como alumnos de las universidades nacionales. En concreto, se matricularon 183 alumnos libres, y hubo 170 becarios de universidades, escuelas especiales, catedráticos de Instituto y encargados de curso, y profesores de Escuela Normal e inspectores de primera enseñanza [UIS, 2000]. Todo un evento, pues, aderezado con representaciones teatrales, conciertos y competiciones deportivas. Esta universidad pronto se convirtió en un referente nacional y europeo, y siguió celebrándose hasta el mismo 1936, cuando tuvo que clausurarse de manera abrupta y con algunos incidentes especialmente desagradables [MADARIAGA Y VALBUENA, 1999]. En 1933 el rector había sido Ramón Menéndez Pidal, y en 1934 el cargo pasó a Blas Cabrera, sin duda el físico español más reconocido y por aquel entonces catedrático de la Universidad Central, director del Instituto Nacional de Física y Química y presidente de la Academia de Ciencias. El secretario se mantuvo: Pedro Salinas. Para esa segunda edición la residencia estival de los Borbones ya se había convertido en un centro de educación superior: las salas palaciegas en aulas y las caballerizas en alojamientos.

Schrödinger recibió una invitación (en alemán) de Pedro Salinas firmada, el 9 de febrero, en la sede madrileña donde se ubicaba la UIS cuando no estaba en funcionamiento.<sup>2</sup> Salinas le adjuntó el programa del año anterior junto a las directrices del futuro curso –“El siglo XX”– donde quedan patentes los objetivos de los organizadores:

La hoja adjunta le informará acerca de la concepción de este tema por parte del comité de estudios. Asumo que esta información puede servir como guía general. Por supuesto, no queremos limitar de ninguna manera su libertad para dar forma al tema sobre el que le hemos solicitado que hable, pero es que de lo contrario sería imposible preservar la unidad del plan general en la medida de lo posible.

El Patronato invitaba a Schrödinger a pronunciar cuatro lecciones sobre “La nueva Mecánica Ondulatoria”, y Salinas le proporcionó los datos administrativos necesarios: el abanico de fechas y los emolumentos. También le rogó una rápida respuesta para poder incluir su nombre en el programa cuanto antes. Schrödinger atendió la petición: once días después de enviada la carta de Salinas, él firmó la suya<sup>3</sup>. Prefiere acudir durante el mes de agosto, y confiesa no saber cuánto tiempo sería conveniente quedarse, por lo que está dispuesto a escuchar sugerencias de los organizadores. Y continúa:

Leí cuidadosamente el folleto impreso del año anterior y el programa del curso de este año, que amablemente me envió. Tomaré todo el cuidado para adaptarme a este programa, que dicho sea de paso, en su tendencia general está muy cercano a la orientación de mis propios intereses. Una vez, en un conferencia, “¿Está la ciencia condicionada por el medio?” (Leipzig, J.A. Barth, 1932), traté de presentar algunas ideas centrales de las ciencias exactas modernas, como el pensamiento relativista, la necesidad de subversión, el dominio de colectivos mediante la organización racional, el método estadístico, entre otras, como características generales del período cultural moderno. Mientras leía su programa, me preguntaba si esta conferencia, a pesar de ir más allá del marco de mi campo de especialización, quizá podría encontrar un lugar en su programa.

No disponemos de la respuesta de Salinas. Lo cierto es que, en efecto, una rápida ojeada al programa disipa cualquier duda sobre la idoneidad de la elección de Schrödinger para participar en los cursos de verano. A pesar de la división temática por secciones, el espíritu del encuentro es claramente interdisciplinar. No coincide exactamente con el programa definitivo, pero citaremos, traducido, el que recibió Schrödinger<sup>4</sup>:

#### Grupo I

Los fundamentos de las nuevas ciencias físico-matemáticas.

Las tendencias actuales en la biología.

Ciencias del espíritu que tratan la realidad económica, política y jurídica (sociología, economía nacional, derecho).

Ciencias del espíritu cuyo contenido es la realidad histórico-cultural y filológica (historia, arte, literatura).

#### Grupo II

La vida política: los grandes movimientos de posguerra característicos del siglo XX: socialismo, comunismo, fascismo y nacionalismo.

La vida económica. Las crisis. Futuro del capitalismo.

El arte (en el sentido de la palabra que incluye también literatura, música y teatro).

La vida social; transformaciones en la vida familiar y comunitaria. Movimientos juveniles e intervención de los jóvenes en la vida pública. El movimiento de mujeres en el siglo XX.

La vida personal; relación actual de la ciencia con la vida. Configuraciones radicales; la actitud religiosa. La irreligiosidad de los tiempos.

La sugerencia de Schrödinger de volver a dar la conferencia de Berlín de dos años atrás era, *a priori*, más que atinada. Lo curioso del caso es que no mencione que el mismo año 1932, en noviembre, esa conferencia se había publicado en la *Revista de Occidente* traducida al español [SCHRÖDINGER, 1932c]. ¿Lo desconocía? Es claro que de haberlo sabido o recordado habría dado la referencia a Salinas, pero no lo hizo. Por desgracia, no tenemos ninguna pista de por qué finalmente Schrödinger no pudo o no quiso desarrollar nuevamente en la UIS los argumentos expuestos en Berlín. Nos inclinamos a pensar que los organizadores, a pesar de sus esfuerzos por aunar especialistas de diferentes disciplinas, prefirieron que cada uno se dedicara a su campo. Un poco contradictorio para un evento marcadamente multidisciplinar, pero habitual en los ámbitos académicos.

En la carta en la que Schrödinger confirmaba su asistencia a Santander este preguntaba por la audiencia ¿Era especializada? ¿O se trataba de un público general? Una vez más, no disponemos de posteriores intercambios, pero a tenor del contenido de las charlas, Schrödinger sí presupuso una audiencia con conocimientos de Física. Otro punto importante era el de la

lengua. Aunque Schrödinger sabía francés, prefería hacer la charla en alemán o inglés, idiomas que manejaba mucho mejor y en los que –según él– el contenido de la charla no sufriría menoscabo. Esperaba aprender algunas palabras de español antes del verano, para el día a día, confiado en su conocimiento del latín, el francés y el italiano. Finalmente, acaba con una petición, respecto a la indumentaria, que espera que no le parezca ridícula al señor secretario. Aunque el clima es uno de los atractivos del viaje –recordemos que a la sazón residía en Oxford– Schrödinger quería asegurarse de poder tomarse ciertas libertades con el vestuario y solicitó poder impartir sus lecciones en pantalones de tenis y ropa deportiva, confiando además no tener que vestir smoking por las noches.

Los contactos previos más probables entre Schrödinger y España son dos. El primero, el filósofo Xavier Zubiri, que ejerció como anfitrión, y que había conocido a Schrödinger en Berlín dos años atrás [COROMINAS Y VICENS, 2006, p. 226]. El otro, y más probable, Blas Cabrera, su otro anfitrión, y el físico español más internacional. No nos detendremos aquí a dar cuenta de la situación de la Física española en esos años, pues ya ha sido bien estudiada y caracterizada en otros sitios [SÁNCHEZ RON Y ROCA-ROSELL, 1993; FERNÁNDEZ TERÁN, 2014]. Sí señalaremos que el espectacular desarrollo de la Física en España en el lapso de años que va desde la fundación de la Junta para Ampliación de Estudios, en 1907, y 1932, año de la inauguración del Instituto Rockefeller, no vino acompañado de la creación de una escuela o equipo de física teórica. Ciertamente, y gracias a las múltiples y fructíferas incursiones de los matemáticos españoles, la otra gran teoría del siglo XX, la relatividad, sí había sido moderadamente tratada y era, en cierto modo, conocida en ámbitos académicos [GLICK, 1988]. Pero este no era el caso de la teoría cuántica. Excepto los trabajos de Julio Palacios –alguno publicado en *Annalen der Physik*– apenas se había trabajado en esa disciplina y, además, lo poco que se había hecho versaba principalmente sobre resultados previos a la mecánica cuántica, esto es, sobre lo que se ha venido denominando teoría cuántica antigua [MORENO, 2000]. De la magnífica primera escuela de física destaca, sobre todos, Blas Cabrera, experto mundial en magnetismo, con muchos contactos internacionales, y miembro del comité científico de los Congresos Solvay dese 1928.

La invitación que se cursó a Schrödinger bien pudiera tener como objetivo paliar esa deficiencia en física teórica de que adolecía la física española. Pero, ¿quién tuvo la idea? El otoño anterior, de 1933, poco antes de que le otorgaran el Premio Nobel, Cabrera y él coincidieron en Bruselas en el séptimo Congreso Solvay, dedicado al núcleo atómico, y al que ambos asistieron sin presentar ninguna comunicación [STUEWER, 1995]. Aunque no tenemos constancia de que se conocieran, entre las muchas felicitaciones que el físico austríaco recibió en noviembre tras ser laureado hemos encontrado una de Cabrera dónde este le transmite además la enhorabuena expresa a su esposa<sup>5</sup>. Y en la carta de aceptación para participar en la UIS, Schrödinger comenta que Cabrera –entre otros– ya le había hablado de esa Universidad. Veremos que, antes de acudir a Santander, Cabrera convenció a Schrödinger para leer una ponencia en el XIV Congreso de la AEPPC, y que después se trasladaron juntos a Santander. Cabrera, pues, seguramente fue el instigador de la invitación.

## 2.1 “¿Está la Ciencia Natural condicionada por el medio?”

A pesar de que nos obliga a tomar un pequeño desvío, merece la pena dedicar unas líneas a la conferencia que Schrödinger propuso a Salinas como tema de un curso en la UIS. El escrito que los lectores de la *Revista de Occidente* habían podido leer dos años atrás era, además de curioso y original, muy interesante. No se trata de un caso aislado, pues los editores de la revista habían ido publicando artículos relacionados con las teorías modernas de la Física, y en los años veinte y treinta encontramos artículos de Cabrera, Einstein, Weyl, Werner Heisenberg, Arthur Eddington o Pascual Jordan<sup>6</sup>. En 1934 la revista publicó incluso el libro de mecánica cuántica de Arthur March *La Física del átomo*, traducido por Xavier Zubiri [MARCH, 1934].

En su ensayo Schrödinger defiende que la idea de una ciencia objetiva, acultural, es un despropósito. Empieza citando a Zola: “l’art c’est la nature vue au travers d’un tempèrament”, y se pregunta si eso mismo puede decirse de la ciencia, a sabiendas de que la respuesta imperante es que no. Schrödinger enfatiza la arbitrariedad en la elección de los experimentos: de entre la infinidad de los que se pueden hacer, sólo se escogen unos determinados, lo que limita las teorías resultantes. A continuación analiza más en detalle en qué puntos las teorías modernas de la Física siguen el curso de los tiempos. Desarrolla cinco, empezando por la priorización de la utilidad, la funcionalidad y dejar de lado todo ornamento, que se contraponen al uso de estéticas pasadas más alambicadas. Ejemplifica esta actitud en la nueva mecánica con el problema de los saltos cuánticos: la explicación ortodoxa deja un vacío entre el salto y la emisión que, en tiempos pasados, habría resultado inaceptable. El segundo punto se refiere a la subversión, la necesaria crítica a lo establecido; no es difícil remitir en este caso a la relatividad de espacio y tiempo, así como al cuestionamiento de la causalidad. Precisamente el relativismo y el concepto concomitante de invariancia constituyen el tercer punto: Schrödinger plantea que la relatividad es la forma física de una tendencia cultural más general que relativiza, a lo sofista, las posiciones, sin eliminar sin embargo la existencia de absolutos. Los dos últimos rasgos culturales están relacionados con la sociedad de masas, que en ciencias serían sistemas con muchos elementos. Los “métodos de dominación de las masas” incluyen la organización racional de la sociedad y la producción en cadena. Muchos artefactos de uso común son producto de una elaboración muy sofisticada, como por ejemplo la máquina de escribir. En Física ello se traduce en la utilización del análisis matemático, que permite utilizar ecuaciones que incluyen la evolución de sistemas genéricos. Es lo que Schrödinger denomina un empleo “económico” o “fabril”: no vale sólo para un caso, para una partícula, sino para cualquiera. Finalmente le toca el turno a la estadística, un tipo de análisis de sistemas que se centra más en magnitudes generales o promediadas que en valores individuales.

Como vemos, el tono de estas reflexiones encaja a las mil maravillas en un evento como el de Santander, pero la propuesta de Schrödinger no llegó a buen puerto. Esto contrasta con el interés que debió despertar dada su rápida publicación. Schrödinger leyó esta ponencia en la Academia Prusiana de Ciencias el 18 de febrero de 1932, y se publicó el mismo año en un librito [SCHRÖDINGER, 1932a]. Hasta 1957 no apareció una traducción al inglés. Lo

sorprendente es la rapidez con que apareció la traducción al castellano. ¿Quién la tradujo? ¿Quién la propuso? Como hemos visto, ni siquiera Schrödinger era muy consciente de su existencia. Parece, eso sí, que en Alemania gozó de cierto eco: según Karl von Meÿenn, las ideas de Schrödinger tuvieron una repercusión nada desdeñable [VON MEÿENN, 1994, p. 11]. Ello denota, sin duda, un ambiente filosófico singular que merece ser estudiado con mayor detenimiento en otra ocasión.

### 3. EN SANTIAGO DE COMPOSTELA

El motivo del primer viaje de Schrödinger a España fue la asistencia a la UIS, que fue además la entidad que lo financió. Desconocemos cómo vino Schrödinger a España, pero probablemente lo hizo por barco, pues había varias líneas transoceánicas que partían de puertos ingleses y hacían escala en Santander o La Coruña. En algún momento entre la aceptación de Schrödinger y su venida, Blas Cabrera le pidió que participara en el congreso de la AEPPC, con más de 500 inscritos. No debió de ser con mucha antelación, pues así lo manifestó en el manuscrito de su comunicación el propio Schrödinger. El Congreso se inauguró el miércoles 1 de agosto, y estaba previsto clausurarlo una semana después, el miércoles 8 de agosto de 1934 [AEPPC, 1934]. La sede era Santiago de Compostela, pero también hubo actos en La Coruña y otros previstos en Pontevedra y Vigo. El Congreso tuvo que cancelarse de forma prematura a causa de un accidente mortal que tuvo lugar en la visita de algunos congresistas al Pazo de Oca, el domingo 5 por la tarde.

La inauguración había tenido lugar el miércoles a las 18:00 en el Paraninfo de la Universidad de Santiago<sup>7</sup>. El jueves 2 se iniciaron las sesiones de ciencias, y a las 4 de la tarde hizo lo propio la sección tercera, de ciencias físico-químicas. El discurso inaugural lo dio el profesor de Montevideo José Cerdeiras, “Aspectos físico-químicos de la química orgánica”, y Julio Palacios leyó una comunicación sobre la aplicación de los rayos X a la metalografía. El viernes, día de la intervención de Schrödinger, no hemos encontrado ningún periódico que la anunciara, pero sí alguna reseña del día siguiente, el sábado 4<sup>8</sup>:

Disertó ayer en esta sección el insigne premio Nobel, profesor Schrodinger [*sic.*], a quien sus acusaciones [*sic.*] diferenciales interpretativas de las teorías mecánico ondulatorias, así como sus matrices curicas [*sic.*] harían suficientemente famoso, si otros muchos trabajos no hubieran conseguido hacerlo destacar.

A su simpatía personal une el joven sabio la especial de verse exilado del país que le vio nacer por los bárbaros odios de raza que no se detienen ante las cumbres de las ciencias.

Tan solo en esta crónica daremos brevemente la nota periodística de la emoción enorme que produjo la presencia de este sabio en el auditorio que ayer le escuchó en la Sección tercera.

Los errores en la escritura del nombre del “joven sabio” (por entonces de 46 años) son muy frecuentes en la prensa española de la época. La misma columna que hemos citado continúa:

He aquí los trabajos leídos en las sesiones de ayer en esta Sección:

Profesor E. Moles: «Picoquímica»;...Profesor E. Schoroedinger [sic]: «Quelques remarques sur l'interprétation de la mécanique quantique»; Profesor B. Cabrera: «Cuerpos débilmente magnéticos»; Profesores J. Palacios y J. Losada: «Medidas absolutas del factor atómico del talio»;...

En la *Voz de Galicia* del mismo día leemos “Actuó esta tarde el profesor francés M. Sehroedinfer [sic]”. Esa jornada se celebraba el *Día de La Coruña*, por lo cual se organizó una sesión del Congreso en esa ciudad<sup>9</sup>. Allí acudió Blas Cabrera, probablemente con Schrödinger<sup>10</sup>. De hecho, se trasladaron unos 300 congresistas, pues hubo una recepción en el Ayuntamiento y diversos actos organizados a lo largo de todo el día. La idea era que a las doce el “sabio filósofo, parlamentario y catedrático de la Universidad Central” don José Ortega y Gasset diera una conferencia en el teatro Rosalía de Castro titulada “La razón histórica y la idea de las generaciones”<sup>11</sup>. Sin embargo, finalmente no acudió<sup>12</sup>.

El domingo 5 por la tarde tuvo lugar el trágico accidente. Una parte de los congresistas (alrededor de 70) hicieron una excursión al Pazo de Oca, propiedad del marqués de Camarasa, a unos 25 Km de Santiago<sup>13</sup>. Alrededor de las siete de la tarde, cuando iban a disfrutar del refrigerio que la organización había dispuesto en un salón del piso superior, las vigas, al parecer algo carcomidas, cedieron, y la mayoría de los congresistas se precipitaron unos 5 metros. Hubo muchos heridos, alguna pierna amputada, pero también una muerte, la de la profesora de la Escuela Normal de Vitoria Luisa Gómez Fernández, por una fractura en el cráneo. Ese mismo día los organizadores decidieron cancelar todos los actos y clausurar el Congreso de forma prematura. El mismo domingo otro grupo había ido a Rivadulla, pero no sabemos qué hizo Schrödinger. Creemos que no acudió a ninguna de esas excursiones, pues de esa fecha data una carta escrita en hojas con el membrete del *Hotel Compostela* que se conserva en el archivo Zubiri, en la que podemos ver cómo el físico vienés se encontraba preparando sus lecciones de Santander<sup>14</sup>.

En esa misma carta podemos ver cómo sus planes consistían en llegar a Santander el jueves 9. Qué hizo Schrödinger durante esos días, por qué pueblos pasó en su excursión a Santander, con quién fue (probablemente con Cabrera, con quién según los periódicos llegaron juntos) no lo sabemos.

Pero antes de desplazarnos a Cantabria, vamos a detenernos un momento en la comunicación que Schrödinger dio en Santiago, pues el manuscrito está disponible en el archivo Zubiri. El filósofo vasco fue el traductor de los cursos de Santander, que se convirtieron en un librito en 1935 [SCHRÖDINGER, 1935b]. Junto al original francés hay unas cuartillas (algunas de ellas con el membrete del congreso de la AEPPC) también en francés, con el contenido de lo que presumiblemente leyó ante los miembros de la sección tercera del congreso de Santiago. Quizá ambos pensaron que esta ponencia también podría publicarse, pero finalmente se quedó entre los papeles de Zubiri.

### 3.1 Sobre la interpretación de la mecánica cuántica

Schrödinger empezó disculpando el contenido de su comunicación, según él no digna de semejante audiencia, y presentando como excusa la poca antelación con que el Sr. Cabrera le había informado de su participación. En consonancia con eso, la intervención de Schrödinger no aparece en las actas del congreso [AEPPC, 1934].

El núcleo de su reflexión consiste en que a pesar de los cambios drásticos en la concepción de la realidad impuestos por la nueva mecánica, el uso de magnitudes físicas ya conocidas persiste. Ahora bien<sup>15</sup>:

... hemos tenido que pagar un precio considerable. Hubo que abandonar la definición precisa de estos conceptos. Por ejemplo, se ha mantenido la noción de energía o la noción de momento angular o también la de lugar instantáneo de un punto material. Pero nos hemos visto obligados a admitir que para un estado completamente determinado del sistema –pongamos de un átomo aislado– la energía ... etc ... no tiene un valor preciso, sino que participa por así decir de varios valores posibles, en general de todos los valores posibles.

Para Schrödinger esto es absurdo. Lo que habría que hacer es abandonar los conceptos y no limitarse a desdibujarlos, pues de lo contrario las contradicciones aflorarán por doquier. En su ponencia desarrolla algunas:

En favor de la falta de precisión de una cantidad cualquiera, digamos de la energía (como la más importante) se han dado razones como la siguiente. Se ha dicho: para medir una cantidad física como por ejemplo la energía de un objeto físico es necesario utilizar un instrumento de medición, que debe ponerse en contacto físico con el objeto. (Puede ser: órgano de los sentidos, ¡no importa!) Tiene que haber una acción mutua entre este instrumento de medición y el objeto a medir. Y debe haber una influencia real de uno sobre el otro, de lo contrario, el estado del instrumento no podrá decirnos nada sobre el estado actual del objeto. Entonces, se dice, tiene que haber un intercambio de energía.

Pero así como en la teoría clásica se puede hacer un proceso de paso al límite y hacer tender esa influencia a cero, en teoría cuántica no ocurre lo mismo, pues los intercambios energéticos son finitos. Para Schrödinger hay mucho que objetar a este planteamiento:

1.- ¿Es realmente necesario que haya un intercambio de energía finito? ¿No podría haber una desviación continua de una dirección, por ejemplo? Aunque dependiendo del sistema de referencia ello pueda implicar un cambio energético, es evidente que la influencia puede tener un carácter continuo, no necesariamente discreto, lo que nos lleva directamente a la segunda objeción.

2.- No es verdad que en mecánica cuántica solo haya espectros discretos. También los hay continuos, según los cuáles la energía puede sufrir variaciones tan pequeñas como se quiera.

3.- Tampoco es cierto que todo instrumento de medición tenga que interactuar con el objeto para darnos información. Si, por ejemplo, disparamos a un blanco y no acertamos, eso también es una fuente de información. Podríamos, mediante diversos disparos, localizar un blanco razonablemente bien sin haberlo modificado en absoluto.

4.- Pero es que es la propia interpretación canónica de la mecánica cuántica la que se resiste a someterse a la necesidad de que haya una influencia mutua entre el instrumento y el objeto, pues prescribe que si realizamos una medida repetidas veces obtendremos el mismo resultado:

¡Así que está claro que la segunda operación de medición no cambia la energía del objeto! La propia teoría admite casos de medición sin acción mutua que, sin embargo, dan información sobre el objeto.

Este argumento recuerda muy mucho la reinterpretación que Bohr hubo de hacer del principio de incertidumbre en su respuesta a la paradoja EPR [BELLER, 1999, p. 145]. No puede reducirse la influencia del observador en mecánica cuántica a la perturbación física debida al sistema de medida.

En su breve presentación, Schrödinger prosigue dirigiendo su atención a las nociones de espacio y de posición de una partícula. También en este caso defiende que tiene más sentido abandonar las concepciones mismas que conformarse con privarlas de precisión. Desarrolla una crítica al concepto de sólido rígido ideal, que está en la base de cualquier idea de medida o de posición en el espacio. En física clásica, a pesar de que se parte de que es un ideal –y por tanto irreal–, se puede considerar cierto en la medida en que podamos precisar la rigidez del objeto. Pero no es ese el caso en teoría cuántica, pues ahí la idea misma de sólido rígido se da de bruces con los principios [SCHRÖDINGER, 1935b, pp. 102-103]: sólo sistemas infinitamente pesados pueden considerarse rígidos, dada la finitud de los niveles energéticos. Estas cuestiones deben tratarse con arreglo a la teoría de la relatividad, y Schrödinger sugiere que esta espinosa cuestión seguramente explique por qué cuesta tanto reconciliar las dos teorías de la física moderna: el trato tan dispar de la variable tiempo en relatividad y en mecánica cuántica evita formular una teoría unificada de manera sencilla.

Esto es, en esencia, lo que Schrödinger expuso en su intervención en el XIV Congreso de la AEPPC, ante un auditorio formado mayoritariamente por científicos españoles y portugueses, en general poco duchos en mecánica cuántica. Sin duda, su contenido hubiera estado más acorde con un auditorio de físicos alemanes o franceses. En Santander, Palacios impartió un cursillo previo sobre la nueva mecánica al de Schrödinger, tratando con ello de paliar esas carencias.

#### 4. EN EL PALACIO DE LA MAGDALENA

Vamos a ver, ahora sí, cómo se desarrolló el compromiso que trajo a Schrödinger a España y para el que pudo preparar sus intervenciones con más previsión. La promoción del curso de 1934 fue extensa e intensa, pues no es difícil hallar artículos con distintos niveles de profundidad en diversas publicaciones nacionales. Por ejemplo, en una entrevista a Menéndez Pidal, Rector de la anterior edición, publicada con anterioridad a la apertura del curso, leemos<sup>16</sup>:

El último curso de la Universidad de Verano significaba el juego de una esperanza española que deseaba atraer la atención de gentes cultas de Europa en torno a nuestros programas culturales. ¡Qué decir sino que España ha ganado, y que la República, amparando esos programas, cumplió aquel deseo!

El periodista enfatiza la carga simbólica de la UIS:

Se termina esta conversación y comienza en nuestra alma un proceso de meditaciones que quisiéramos despertar también en el lector de estas páginas, frente a la clara luz sobre un Palacio, antiguo asilo de una familia real olvidada de las grandezas españolas, y hoy templo en que predica doctrinas universales otra familia sin realeza, pero con más generosa y efectiva realidad.

Según informa *El Cantábrico* las sesiones impartidas por Schrödinger tuvieron lugar el lunes 13, el martes 14 y el miércoles 15, en sesiones matinales: de diez y media a once y media<sup>17</sup>. En el mismo ejemplar donde se anuncian las conferencias de Schrödinger, del domingo 12 de agosto, se informa de la presencia en la Universidad de José Ortega y Gasset. Ambos personajes se conocieron en ese foro, como este le explicó a Helene Weyl<sup>18</sup>. Días después, y en el mismo horario en que había intervenido Schrödinger, el jueves 16 de agosto, inició su participación, en la sección de ciencias físico-químicas, Esteban Terradas.

Schrödinger no llegó a Santander cuando lo había previsto, el jueves 9, sino seguramente el viernes 10 o el sábado 11 de agosto, coincidiendo con la tercera lectura de Unamuno de su obra de teatro *El hermano Juan*<sup>19</sup>. Años después, Schrödinger citaría una frase de Unamuno que le había oído decir en Santander, “en una conversación” [PÉREZ, 2018]: “si un hombre nunca se contradice, será porque nunca dice nada” [SCHRÖDINGER, 1951]. Por fechas, Schrödinger también pudo asistir a alguna de las múltiples representaciones de la ya por entonces célebre compañía de Lorca, *La Barraca* [UIS, 2000]. Es obvio que Schrödinger no era un personaje mediático, como sí había demostrado serlo Einstein en su visita de 1923. Por ejemplo, en la publicación periódica *Ahora*, del 23 de agosto, el periodista Xesús Nieto Pena, al hacer una reseña de la edición de 1934 de la UIS, ni tan siquiera menciona a Schrödinger<sup>20</sup>. Si hubo un protagonista en Santander fue Unamuno, quien fue homenajeado por su jubilación.

#### 4.1 La nueva Mecánica Ondulatoria

En la prensa no hemos encontrado resúmenes de la intervención de Schrödinger en los días que se celebraron los cursos, pero sí de la intervención de Zubiri (“Nuestra visión del pasado filosófico”), referencias a las de Unamuno, de Ignacio Bauer, de Gerardo Diego, etc. En el *Heraldo de Madrid* apareció, ya en septiembre, un sucinto comentario de los cursos de la sección de ciencias físico-matemáticas escrito por el propio Palacios. Es interesante citar algunos fragmentos<sup>21</sup>:

Las dos modernas y ya célebres teorías de la Relatividad y de la Mecánica ondulatoria han encontrado el lugar que se merecen en los programas de la U.I. La primera está siendo magistralmente expuesta en forma sencilla y sugestiva por el rector Sr. Cabrera, de universal y merecido renombre entre los

físicos. La segunda, tras una serie de conferencias de introducción a cargo del autor de estas notas, fue desarrollada por su propio autor, el profesor Schrödinger, quien realizó una labor utilísima, pues supo dar a sus doctrinas esa claridad y transparencia que sólo tiene el agua cuando se bebe en el mismo manantial.

En efecto, Palacios ya había impartido un cursillo sobre la nueva mecánica. A pesar de que la inauguración no oficial del curso de 1934 la hizo Cabrera el martes 3 de julio, y la oficial se hizo el día 12, el primer día de ese mes Palacios ya había dictado su primera conferencia. En sus clases “expuso la introducción a la mecánica ondulatoria, tema en el que, al decir de los competentes, demostró tal dominio del asunto y lo abarcó tan extensamente, que estudió los más modernos problemas de esta ciencia”<sup>22</sup>. En la cuarta conferencia “expuso los fracasos del átomo de Bohr al ser aplicados a átomos más complejos que el hidrógeno”, presentó “los fundamentos de la mecánica ondulatoria imaginados por el francés Broglie”, y continuó con el “principio de la determinación [*sic.*], la difracción de electrones, que comprueba esta teoría descubierta en un laboratorio americano, por Dávidson [*sic.*]<sup>23</sup>. En la quinta, presentó “analogías que existen entre la mecánica y la óptica, y por complejos cálculos dedujo la ecuación de Schrödinger”. Todo ello coincide bastante bien con lo que posteriormente se publicó en el libro de resúmenes [UIS, 2000]. Allí vemos que Palacios se dedicó a ofrecer una explicación cualitativa del surgimiento de la teoría cuántica a partir de la competencia entre las visiones corpuscular y ondulatoria de la luz, para tratar después el efecto fotoeléctrico, el Compton y la hipótesis de De Broglie. Nos llama la atención una afirmación de Palacios -quien, recordemos, dio su curso cuando Schrödinger aún no estaba en Santander- que, como veremos después, el físico vienés desmintió: “Actualmente prevalece la idea de Heisenberg y Bohr, según la cual las ondas de Schrödinger son “ondas de probabilidad” [UIS, 2000, p. 47]. También es interesante ver cómo plantea Palacios las consecuencias epistemológicas de la nueva teoría:

- 1.<sup>a</sup> Tenemos necesidad de emplear una representación a sabiendas de que carece de realidad física.
- 2.<sup>a</sup> Ello es debido a que el Universo, en la más elemental de sus manifestaciones, no es susceptible de reducción eidética. De otro modo: la razón no es instrumento adecuado para comprender las leyes naturales.
- 3.<sup>a</sup> Si el Universo fuera cosa subjetiva (Berkeley), sería inteligible; como no lo es, habrá de ser objetivo.

O sea, que de la imposibilidad de hacerse imágenes de los procesos atómicos Palacios deduce su objetividad. Nada más lejos de la interpretación ortodoxa y de la del propio Schrödinger, por otro lado tan distintas. Ahora bien, en su artículo para el *Heraldo de Madrid* a que nos referíamos más arriba, Palacios quiso recalcar la intención crítica de las conferencias de Schrödinger<sup>24</sup>:

Tuvo, además, el acierto y la honradez de presentar con toda crudeza los puntos que en la nueva teoría quedan oscuros y para cuyo esclarecimiento trabajan afanosamente los más preclaros ingenios contemporáneos, por ejemplo, la introducción de las ideas relativistas en el campo de la nueva mecánica.

En lo que se refiere al contenido de las tres sesiones de Schrödinger, tenemos la suerte de disponer de la traducción al español hecha por Zubiri y publicada en 1935 [SCHRÖDINGER, 1935b]. En el archivo Zubiri se encuentra el manuscrito original de Schrödinger, en francés. La versión al castellano no es muy buena en algunos pasajes, y suponemos que ello es debido más a la versión francesa, obra del propio Schrödinger, que a la traducción de Zubiri; aquél agradeció y valoró el poder disponer de un traductor que dominara la materia<sup>25</sup>.

Por lo que hemos podido ver en los periódicos, hubo tres sesiones de una hora. La versión escrita contiene siete lecciones. Probablemente añadió algo más a lo inicialmente previsto, pues finalmente, y como temía, sí se quedó corto<sup>26</sup>; quizá el capítulo que añadió fue el común a su ponencia de Santiago, que no aparece en el libro de resúmenes [UIS, 2000]. También podría ser que lo añadiera a la versión escrita, pues el libro que había de editarse en Madrid bajo la editorial *Signo* – encargada también de editar otros cursos de la UIS [UIS, 2000, p. 21]– era su primer libro divulgativo sobre la nueva mecánica.

En lo que se refiere a la duración de las clases magistrales, las informaciones no concuerdan. En la única carta que disponemos de Schrödinger, escrita desde Santiago, se refiere a las “cuatro horas restantes” además de la lección inicial, pero eso no coincide con el horario que hemos visto en los periódicos, que hablan de tres sesiones de una hora<sup>27</sup>. No hemos encontrado ningún testimonio que asistiera a las charlas de Schrödinger en Santander (ni ninguna otra fuente) que deshaga el entuerto. Por otro lado, estando Schrödinger en Santiago, el domingo 5 de agosto, le pidió a Zubiri disponer del manuscrito completo de sus cursos, a ser posible, antes de su llegada a Santander, prevista para el jueves. No sabemos cuándo ni cómo se lo había hecho llegar; si, por ejemplo, al llegar a Santiago (o a Santander, pues no sabemos con certeza dónde desembarcó Schrödinger) ambos se encontraron, o si se lo había hecho llegar antes por correo postal. En cualquier caso, Zubiri procedió a hacer una traducción al castellano, y le envió, para empezar, la lección correspondiente al primer día. Schrödinger temía que fuera demasiado corta, y es por eso por lo que quería tener el texto de las otras cuanto antes. Le preocupaba que en algunas de las palabras faltaran acentos, así que deducimos que, al menos, parte de sus intervenciones las leyó en español.

En líneas generales, el contenido de *La nueva mecánica ondulatoria* es una breve introducción conceptual, no técnica ni matemática, a los fundamentos de la teoría. En el archivo de la Universidad de Viena hay un manuscrito titulado “Para Santander”, que consta de unas pocas páginas manuscritas en las que Schrödinger escribió lo que seguramente eran las líneas maestras de lo que proyectaba explicar en el palacio de La Magdalena<sup>28</sup>. Ahí encontramos, como punto de partida, el concepto de superposición y su relación con la indeterminación de los estados, la disminución (*halbierung*) del número de variables en la nueva teoría (de cada pareja de coordenadas canónicas sólo puede determinarse una con certeza), la importancia de la teoría de las transformaciones, el problema de definir un sistema en reposo y cómo ello afecta a la compatibilidad con la relatividad. También unas pocas líneas sobre el problema de la identidad. En los apuntes para una “introducción” leemos:

Debo dar por sentado que la nueva teoría cuántica de la que hablaré aquí tiene el mayor éxito al explicar e incluso predecir una gran cantidad de fenómenos naturales verdaderamente contrastables (como por ejemplo...). El tiempo es demasiado breve para mostrarles aunque solo sea una pequeña parte de estos éxitos en detalle. Sólo aludiré a ellos de vez en cuando (¡aunque quizás sean los más importantes!)

Si uno no tuviera constantemente estos resultados positivos en mente, no entendería que los físicos se aparten de la concepción del mundo clara y simple de la física clásica y se dejen persuadir por la construcción de teorías tan excéntricas y extravagantes.

Y luego, aludiendo a la participación anterior de Palacios:

Además, debo suponer que las ideas básicas de las teorías de Planck y Bohr les son conocidas gracias a las conferencias del profesor Palacios, así como la idea fundamental de De Broglie, la deducción de una ecuación de ondas de materia y su aplicación a la determinación de los niveles de los átomos y moléculas, en principio también a aquellos con más de un electrón.

Con toda probabilidad los estudiantes de Física que acudieron a Santander también atendieron el curso de Palacios, siguiendo la recomendación de los organizadores de la sección de ciencias. Lo que encontramos en los manuscritos de Madrid está en consonancia con lo que encontramos en la versión publicada del libro de Schrödinger. Veámoslo un poco en detalle. En el primer capítulo presenta lo que hoy se conoce como teoría cuántica antigua, de Planck, Bohr y Sommerfeld. Ésta daba bastante buena cuenta del espectro del átomo de hidrógeno, pero Schrödinger quiere destacar algunos de sus principales defectos:

- La no correspondencia entre frecuencias de rotación y de emisión.
- El concepto de salto. ¿Cuánto tarda? ¿En qué estado queda el átomo en el ínterin?
- Cuantización espacial. No hay manera de entender el proceso mediante el cual tiene lugar semejante orientación.

Y concluye [SCHRÖDINGER, 1935b, p. 74]:

La teoría aparece evidentemente incompleta por no dar una descripción ni del estado del átomo durante la transición ni de la manera como la onda luminosa se desarrolla a consecuencia de la transición de un estado estacionario a otro. La teoría no da, según se ve, más que el balance de lo que acontece, ignorando los detalles.

La “nueva teoría de los quanta”, con “funciones y valores propios”, responde alguna de esas preguntas. Básicamente, ya no trata con órbitas, sino con un “sistema continuo que ejecuta vibraciones del mismo género que, por ejemplo, un cuerpo elástico o un fluido”. Siguiendo la analogía habitual con los modos normales, el cambio de estados posibles a que lleva la orientación espacial ya no es tan brusco: los nuevos estados son composición de los antiguos. El hecho de que una nueva solución pueda ser superposición de otras ayuda también a explicar el salto: las proporciones de cada miembro de la superposición varían durante la transición. También el problema de la no coincidencia entre frecuencias de rotación y emisión se mitiga cuando abandonamos la imagen de partículas eléctricas en movimiento. Sin embargo [SCHRÖDINGER, 1935b, p. 75]:

... yo no estoy muy seguro de que esté justificado abandonarse a una alegría triunfal. Ustedes lo juzgarán por sí mismos. Parece que, por lo menos en el estado actual a que la interpretación de esta teoría ha llegado, debe contentarse con un éxito un poco más modesto, a saber: no haber eliminado de la física del átomo las cuestiones que no estaba prohibido plantear, sino hacerlas entrar en un sistema preciso e interesante: ha hecho, por así decirlo, de esta incertidumbre, una ley fundamental, –la ley de incertidumbre o de indeterminación de Heisenberg, de la cual tendremos que hablar enseguida.

En lo que suponemos que fue la segunda jornada, Schrödinger despliega los rudimentos matemáticos de la nueva mecánica. El tercer capítulo es el más largo de la monografía, y está dedicado a la teoría de las transformaciones y el principio de incertidumbre. Schrödinger explica cómo los estados propios de un sistema dependen de la base en que lo describimos. En la línea de lo defendido en Santiago, expone cómo la superposición de estados permite calcular un valor medio de la energía, por ejemplo, pero que no hay que confundir con el valor real de esta, pues cuando medimos sólo obtenemos uno de los valores propios. Y subraya [SCHRÖDINGER, 1935b, p. 83],

... me parecería más prudente confesar con franqueza que la noción clásica de energía –y muchas otras de las que hablaremos enseguida– no son en realidad aplicables a la nueva imagen de la naturaleza, puesto que un estado bien determinado de un sistema no contiene en general un valor bien determinado de la variable en cuestión. Habiéndolo reconocido así, yo considero como un poco atrevido el intento de interpretar una experiencia cualquiera como determinación del valor actual de una variable que en general no lo posee.

Y todavía [SCHRÖDINGER, 1935b, p. 84]:

Conviene insinuar la sospecha de que todas estas concepciones clásicas perderán en la nueva teoría su significación propiamente dicha, de la misma manera que la perdió la energía. Habiendo abandonado la imagen clásica de las partículas en movimiento, y reemplazada ésta por algo completamente distinto, no hay que esperar que, por ejemplo, la noción «de lugar de una de las partículas» pueda subsistir en su sentido propio.

Schrödinger prefiere “pensar que ninguna experiencia es adecuada para medir una cosa que de antemano se sabe que no tiene existencia ninguna” [SCHRÖDINGER, 1935b, p. 85]. El siguiente capítulo (el cuarto) es seguramente el menos claro, creemos que por la complejidad matemática que Schrödinger intenta traducir a prosa. El objetivo es explicar en qué se han transformado las variables clásicas en el nuevo aparato matemático (“sistema de ejes ortogonales en infinitas dimensiones”), para finalmente razonar la equivalencia de las imágenes de Schrödinger –donde las funciones de onda evolucionan en el tiempo y los operadores no–, y la de Heisenberg –donde son los operadores los que incluyen la evolución temporal–.

La que probablemente fue la tercera y última sesión estuvo dedicada a cuestiones más filosóficas y a la principal pega que Schrödinger planteó, aunque ya hemos visto que no la única. Así, el quinto capítulo versa sobre “la causalidad y los conceptos físicos clásicos en la nueva mecánica”. Advierte que deja las “consideraciones más o menos matemáticas” de las

que se ocupó “ayer”, y básicamente aborda el abandono de la causalidad desde el hecho de que un mismo estado del sistema puede implicar resultados distintos, e insistiendo en que no es una cuestión de desconocimiento del estado del sistema. Continúa marcando nuevamente distancias con la teoría: “Hay otra circunstancia desconcertante”, y pasa a explicar lo que hoy llamaríamos colapso de la función de onda, arremetiendo contra el uso de ondas de probabilidad a que había hecho referencia Palacios, para lo que se ayuda del experimento de la doble rendija. Finalmente, Schrödinger compara la emisión atómica clásica, en forma de ondas esféricas, y la cuántica o cuantizada, que implica un retroceso medible del emisor. Acaba con una especie de disculpa que creemos que ejemplifica muy bien el tono del cursillo todo [SCHRÖDINGER, 1935b, p. 100]:

Siento mucho no poder desprenderles a ustedes de estas inquietudes y ni tan siquiera aliviarlas. Prefiero hacerlas resaltar claramente mejor que disimularlas bajo una costra de cálculos impermeables. Personalmente me siento inclinado a creer que el orgullo de poder perseguir en nuestras experiencias el recorrido de un átomo, y aún de un electrón (o positrón) aislado, o de observar su efecto, nos ha llevado a abusar de la libertad de realizar experiencias mentales con partículas aisladas.

En los dos últimos capítulos aparecen ideas ya expuestas en Santiago, donde Schrödinger rechazó el concepto de sólido rígido en el marco de la nueva mecánica y discutió el papel de la variable tiempo, en consonancia con lo que hallaremos en sus artículos críticos de 1935 y en algunas de sus contribuciones de esos años; volveremos sobre esto más abajo. Tras razonar la imposibilidad de presuponer reglas y relojes precisos en un mundo cuántico, critica el estatuto privilegiado de la variable tiempo, que no ha sufrido el proceso de transformación –tan criticado por él mismo– de la posición o el momento. Schrödinger no vislumbra una fácil solución, pues el suponer patrones precisos puede ser un problema incluso dentro de la propia relatividad. En definitiva, el descuido de la variable tiempo, tan central en Física, representa un escollo para la compleción de las dos teorías más importantes de la física del siglo XX.

## 5. “UN DESDICHADO ESTADO DE ÁNIMO”

Apenas hemos hallado testimonios de la estancia de Schrödinger en Santander más allá de la prensa. Manuel Tagüeña, por entonces estudiante de ciencias físico-matemáticas, es una de las excepciones [TAGÜEÑA, 1978, p. 51]:

Participaron aquel año en los cursos de verano de Santander muchos de los físicos más famosos de aquellos días. Entre ellos me impresionó muy especialmente, el vivaz Schrödinger, fundador de la mecánica ondulatoria y premio Nobel de 1933...

Tagüeña se alojó junto a Nicolás Cabrera, que también hace una fugaz referencia a estos cursos en unos apuntes biográficos sobre su padre [CABRERA, 1972, p. 71]. Del puño y letra del propio Schrödinger sólo tenemos una postal que data del 16 de agosto, una vez finalizada su participación, y que no contiene información relevante<sup>29</sup>. Así que no sabemos cuántos días más se quedó. En una carta posterior, escrita ya desde Oxford, habla de un viaje por España

de “4 semanas”, según lo cual, y suponiendo que partiera de Inglaterra el primero de agosto, lo podrían situar en Santander hasta finales de ese mes<sup>30</sup>. Pero no tenemos otras evidencias.

En septiembre, Schrödinger escribió una larga carta a Zubiri, esta vez a máquina y en alemán<sup>31</sup>. Por el tono, resulta patente la cercanía entre ambos personajes, a pesar de que no tenemos constancia de que su amistad fuera mucho más allá de este encuentro de 1934. Antes, en Berlín, en el curso 1930-31, se conocieron a raíz de las lecciones de Schrödinger sobre mecánica cuántica a las que acudió Zubiri como profesor becado por la JAE [COROMINAS Y VIVES, 2006, p. 223]. Después de haber pasado por Friburgo para ampliar sus conocimientos de la fenomenología de Husserl y Heidegger, Zubiri decidió ampliar sus conocimientos de Física y Matemáticas en Berlín, donde también tuvo contacto con Einstein y con Heisenberg. Schrödinger y Zubiri trabaron una amistad que bien pudo influir en la venida a España del físico vienés, y lo que es seguro es que la estancia del filósofo español en Berlín le permitió escribir un largo artículo en *Cruz y Raya* sobre las implicaciones filosóficas de la mecánica ondulatoria [ZUBIRI, 1934]. Se trata de uno de los primeros escritos en español sobre este tema, donde el autor da sobradas muestras de su competencia.

En esta carta a Zubiri Schrödinger se disculpa por escribir a máquina, pero alega que se ha acostumbrado demasiado a escribir en letra alemana (gótica), lo que dificulta en demasía su lectura<sup>32</sup>. Schrödinger ve su estancia en España como un sueño, como un recuerdo fugaz y etéreo que, sin duda, le ha dejado una huella más que agradable, y ya se advierte que por entonces tiene la intención de repetir. A pesar de que Tagüeña recordaba a Schrödinger como “vivaz”, éste partió de España con un resquemor debido, al parecer, a su pésimo estado de ánimo durante esos días<sup>33</sup>:

Lamento no haber podido acercarme más a muchos de los que encontré en Santander. En parte eso se debió a la brevedad del tiempo, en parte a un momentáneo desdichado estado de ánimo, no sólo en el aspecto físico sino también en el psíquico, que me puso un candado alejándome del mundo externo y me hizo tomar demasiado a lo trágico pequeñas dificultades. Espero que en otra ocasión esto sea distinto y que encuentren en mí un acompañante menos introvertido. Le agradezco muy en especial la paciencia con la que usted no me tomó a mal las consecuencias de este estado y con su aliento siempre animado y amable me mantuvo, por así decir, a flote.

De 1934 datan otras dos cartas que se encuentran en el archivo Zubiri. En la siguiente, del 8 de septiembre, Schrödinger sondea la posibilidad de hacer una edición alemana (vienesa) del librito de “La nueva mecánica ondulatoria” que recoge sus intervenciones en Santander. No tenemos constancia de que eso ocurriese, y tampoco disponemos de ninguna de las respuestas de Zubiri, si las hubo. Después de tratar algunos asuntos menores que no vienen al caso, esta brevísima carta, escrita en español, acaba con un comentario que deja traslucir el mal encaje de Schrödinger en el ambiente de Oxford<sup>34</sup>:

Pero sobre todo quisiera saber cómo están todos Vds, en tiempos tan agitados quasi [sic.] en todo el mundo. Nosotros estamos muy bien merced a la hospitalidad de este país tranquilo –¡oh a veces demasiado tranquilo y civilizado!

¿Cuáles eran esas pequeñas dificultades que hicieron de Schrödinger un personaje taciturno y esquinado? Es probable que su vida sentimental no pasara por un buen momento, a pesar de que a finales de mayo había nacido Ruth, su primera hija. La madre, sin embargo, no era su esposa, Annie, sino Hilde, su amante. Schrödinger no ocultó nada de todo ello en Oxford (donde nació Ruth), y era sabido que tenía, por decirlo así, dos mujeres. Además, se preocupó de que Lindemann consiguiera una posición para el marido de Hilde, el físico Arthur March [MOORE, 1989, p. 269]<sup>35</sup>. Nada de eso gustó a las autoridades de la universidad inglesa, y menos a Lindemann, que había conseguido el puesto (*los puestos*) sin saber el propósito de Schrödinger.

Pero el desapego era mutuo. Schrödinger nunca se sintió a gusto en Oxford, ni por los convencionalismos que reinaban en esa universidad, ni por cuestiones meramente científicas, pues la física teórica brillaba por su ausencia; en cierto modo, sentía que le daban limosna, pues prácticamente no tenía obligaciones [HOCH Y YOXEN, 1987, p. 595]. En la primavera de 1934, Schrödinger había viajado a Princeton para valorar un traslado a los Estados Unidos, donde trabajaban Einstein y Weyl. De hecho, estaba previsto que los Weyl también acudieran a la UIS, como se puede ver en algún periódico<sup>36</sup>. Allí debían coincidir los Weyl, Ortega y Gasset y Schrödinger, pues así lo dejó por escrito Weyl en una carta a Flexner, fechada el 18 de junio<sup>37</sup>. En ella podemos leer que los Weyl habían estado en Oxford y Cambridge (los Weyl ya se habían instalado definitivamente en Princeton), donde Hermann se había reunido con Schrödinger y Dirac, y que previamente el matrimonio había estado en el sur de España y luego en Madrid, para “conocer al círculo de sus amigos [de Helene] allí, especialmente Ortega y Gasset, con quien mi esposa quisiera trabajar”. Los planes eran, efectivamente, volver a España<sup>38</sup>:

Para poder continuar el trabajo con Ortega, mi esposa y yo probablemente regresemos a España, a la *Universidad Internacional* de Santander, que según parece reúne en estos tiempos a todas las personas que juegan algún papel en la vida intelectual de España. Daré dos conferencias en alemán sobre ‘Universo y átomo’... Por cierto, que en el mismo periodo Schrödinger dará unas lecciones.

Por algún motivo, los Weyl finalmente no fueron a Santander. Percatémonos, sin embargo, que Weyl, ya el 18 de junio, dice “probablemente”. Por otro lado, no es de extrañar esa posible coincidencia de ambos en Santander, así como la influencia de los Weyl sobre Schrödinger para aceptar la invitación a España. Ambos matrimonios se conocían desde que Erwin y Hermann coincidieron en Zürich a principios de los años veinte, precisamente cuando los Weyl viajaron a España una larga temporada. Poco después, Helene Weyl se convirtió en la traductora de Ortega al alemán, iniciando un intercambio epistolar en que Schrödinger aparece mencionado alguna que otra vez [JANÉS, 2015a; ORTEGA Y GASSET, 2008].

En la misma carta a Flexner, Weyl le explica que Schrödinger aún no ha tomado ninguna decisión respecto a Princeton. Según parece, la cuestión económica representa uno de los puntos en contra, aunque no determinante, pero menciona también que otras cuestiones que le inclinaban a no ir habían perdido relevancia. Pero no aclara demasiado. Es en una carta

anterior de Weyl a Schrödinger, de enero de 1934, donde encontramos una información que nos permite encajar algunas de las piezas que nos habían quedado sueltas<sup>39</sup>. En ella, su colega y amigo le confiesa que se ha enamorado de Annie, su mujer. El flechazo tuvo lugar en Selva Gardena, en la casa de los Born. Pues bien, en esa carta Weyl confiesa a Schrödinger –quien deducimos que ya debía estar al corriente de la relación– que como la cosa va en serio, él no está dispuesto a simultanear dos relaciones: una con su mujer, Helene, y otra con Annie. Es de la opinión que o bien pone tierra de por medio –más bien un océano– entre él y Annie, o bien deja Helene y se decide por Annie. Y, en cualquier caso, que quiere pasar el próximo verano, el de 1934, el máximo tiempo posible con Annie en Suiza.

De todo esto podemos colegir –aunque sin tener la certeza– que cuando Schrödinger estaba en Santander, se encontraba barruntando qué hacer, si ir o no a los Estados Unidos junto a Weyl, o si volver o no a Oxford, donde acababa de nacer su hija. También puede que este sea el motivo por el que Weyl no acudiera a Santander como estaba previsto: porque finalmente decidió pasar unas semanas con Annie mientras Schrödinger daba sus lecciones. Estas serían, según esta hipótesis, las “pequeñas dificultades” que se tomó “demasiado a lo trágico”. Sobre los problemas físicos que menciona no tenemos ninguna pista. Y todo apunta a que el panorama se aclaró al año siguiente, cuando ya estaba decidido a no ir a Princeton: en la primavera Erwin y Annie hicieron un nuevo viaje a España, ahora juntos, y con un espíritu sin duda mucho más extrovertido y entusiasta. La solución (provisional) del rompecabezas no surgió hasta 1936, cuando los Schrödinger y los March volvieron a Austria.

## 6. SCHRÖDINGER, EMBAJADOR DE LA MECÁNICA CUÁNTICA EN ESPAÑA

El curso de Schrödinger en la UIS no fue una simple introducción a la mecánica cuántica, sino que este se cuidó de resaltar los puntos controvertidos de la nueva teoría del átomo. Es habitual situar en 1935, en el famoso artículo del gato [SCHRÖDINGER, 1935a], el cambio de actitud pública de este frente a la postura de los Heisenberg, Bohr, o Born, que se acabó convirtiendo en la ortodoxia; en él, Schrödinger cita las conferencias que dio en Santander [SCHRÖDINGER, 1935a, p. 848]. El artículo se publicó en tres entregas, y contiene una crítica razonada a la interpretación por entonces ya canónica de la mecánica cuántica, que vino desencadenada por la aparición del también célebre artículo de Einstein-Podolsky-Rosen en ese mismo año [EINSTEIN *et al.*, 1935]. La versión más o menos aceptada es que desde 1927, y más en particular desde la celebración del quinto Congreso Solvay, Schrödinger se mantuvo distanciado, silente, en cuestiones interpretativas [BITBOL, 1996].

Gracias a que disponemos del contenido de sus intervenciones en su primera visita a España, podemos ver que por entonces Schrödinger ya daba muestras de su disconformidad con el relato según el cual la primera fase de construcción de la nueva mecánica había concluido exitosamente. Un somero repaso a publicaciones anteriores de Schrödinger, del período 1927-1934, confirma la tesis de que, al menos en líneas generales, se mantuvo expectante ante el paulatino establecimiento de las visiones ortodoxas. El principal interés de Schrödinger, como el de muchos de sus colegas, era el ajuste entre la teoría de la relatividad y

la mecánica cuántica. La teoría de Dirac del electrón tenía un papel preponderante entre sus intereses, al menos según sus publicaciones. También dedicó algún trabajo a desarrollar el principio de incertidumbre de Heisenberg, pero siempre con un ojo puesto en la relatividad [SCHRÖDINGER, 1930]. En varios de los escritos de esa época, Schrödinger insistió en que la teoría definitiva estaba por llegar, pero ciertamente no se aprecia un tono manifiestamente crítico con la teoría cuántica. Por ejemplo, en “Neue Wege in der Physik” [SCHRÖDINGER, 1929], argumenta que las nuevas teorías impiden realizar descripciones con el nivel de detalle de las anteriores, y que la individualidad de las partículas elementales se había perdido por el camino. En unas conferencias que dio en el Instituto Poincaré de París en 1931, reiteró la no validez de la teoría de la relatividad a nivel cuántico, y señaló el tratamiento de la variable tiempo como uno de los aspectos oscuros de la física moderna [SCHRÖDINGER, 1932b].

Pero en 1934 publicó una crítica, todavía tímida pero ya inequívoca, que es en la que con toda probabilidad se basó para pergeñar su intervención de Santiago de Compostela [SCHRÖDINGER, 1934]. Se trata de un artículo de *Die Naturwissenschaften* que debió de enviar en la primavera, poco antes de viajar a Galicia. En él trata el “dogma” de la actual teoría con cierto desdén, mayor incluso que el que se deduce del manuscrito de su intervención en tierras jacobeanas. Podemos deducir a quién se refería Schrödinger cuando afirmaba ante los congresistas de Santiago que “La thèse générale, autours de la quelle se placent ces remarques c’est une qui depuis deux ou trois années a été signalée par un nombre restreint de physiciens, mais la majorité hésite évidemment de l’adopter”. Max von Laue fue quien había publicado unos artículos en que contradecía las tesis de Bohr y Heisenberg [VON LAUE, 1932, 1934], y quien visitó a Schrödinger en Oxford poco antes de su viaje a España [MOORE, 1989, p. 295]. También fueron publicados en *Die Naturwissenschaften*, y estaban centrados, respectivamente, en el principio de incertidumbre y la causalidad. No nos detendremos a analizarlos aquí, pero sí dejaremos constancia de que en su artículo Schrödinger no se limita a suscribirlos, sino que los desarrolla en buena medida.

A esto hay que añadir los fugaces comentarios que Schrödinger hizo en Santander sobre el problema que presenta la identidad de las partículas elementales en la nueva teoría. Esta cuestión no la trató en la “confesión” de 1935, pero sí posteriormente, cuando la “dualidad onda-corpúsculo” pasó a convertirse en objeto prioritario de su crítica a la estructura conceptual de la interpretación ortodoxa [PIÉ I VALLS y PÉREZ, 2014].

En definitiva, los físicos españoles que asistieron al XIV Congreso de la AEPPC tuvieron el privilegio de presenciar el primer asomo del distanciamiento de Schrödinger del estado en que se encontraba la nueva mecánica. Se trata sólo de una primera confidencia, pues aunque podemos reconocer el germen de alguna de las críticas que lanzó ya abiertamente en 1935, sin duda un año después argumentó y extendió su posición mucho más. Que lo hiciera en España fue, seguramente, pura coincidencia, pues el artículo de von Laue que motivó sus primeras reflexiones era de esa época. Por otro lado, el hecho de que tanto en Santiago como en Santander subrayara los puntos conflictivos no parece muy acertado para dirigirse a una audiencia con serias carencias en las bases de la nueva mecánica (aunque recordemos que, en

Santander, Palacios había dado un curso preparativo). Quizá tanto Palacios como Cabrera no sabían todavía de las posturas heterodoxas del padre de la mecánica ondulatoria, y por ello le animaron a que en su próxima visita, en la primavera de 1935, diera una serie de conferencias en Madrid dedicadas a proveer a los estudiantes de Física españoles de unos buenos fundamentos. En efecto, al año siguiente Schrödinger dictó una serie de cursos en Madrid que bien podrían entenderse como el intento de promover una hornada de físicos teóricos cuánticos en España. Los únicos testimonios de estudiantes que acudieron a alguna de las charlas que Schrödinger dio en sus visitas a España sugieren que había un muy buen caldo de cultivo para que germinara la semilla. Esto dice Nicolás Cabrera: “Durante el año 1935 [Schrödinger] visitó Madrid donde desarrolló en español un seminario de mecánica cuántica con gran beneficio para todos los jóvenes que por entonces empezábamos a jugar con la Física”. Y también: “Es fácil imaginar el desarrollo que hubiera podido tener la Física en España si la guerra civil no hubiera detenido todos estos proyectos”. Tagüeña, por su parte, vio su carrera truncada por su dedicación a la política y la deriva política de España (miembro del Partido Comunista, participó, por ejemplo, en los hechos de octubre de 1934 y tuvo un papel destacado en la batalla del Ebro). Pero en su autobiografía podemos apreciar la impresión que causaron en él los cursos de Schrödinger en Santander [TAGÜEÑA, 1978, p. 51]:

Después de oír tan excelentes maestros, la física adquirió para mí un nuevo sentido, el de ciencia básica de la Naturaleza, que podía intentar la síntesis de las leyes universales, ordenando, agrupando y relacionando entre sí, la enorme masa de fenómenos diversos.

En junio de 1935 presentó un trabajo titulado “Doble aspecto corpuscular y ondulatorio de la materia y de la luz” para optar a la licenciatura en Ciencias Físicas, por el que obtuvo el premio extraordinario. Además, a finales de ese año ya estaba preparando su doctorado en Física [TAGÜEÑA, 1978, pp. 62-63].

Tenemos constancia de otros asistentes a los cursos que Schrödinger impartió en su segunda visita, y que probablemente también habían acudido a Santander, como Eduardo Gil Santiago o Fernando Peña Serrano [GIL SANTIAGO, 1941; PEÑA SERRANO, 1937]. Pero sobre este viaje, el de la primavera de 1935, esperamos publicar una segunda entrega, y así poder argumentar y rematar algunas de las ideas que en esta primera sólo hemos esbozado. Eso sí, no queremos acabar sin volver a insistir en que la huella de Schrödinger en la implantación de la mecánica cuántica en España no es en absoluto desdeñable. Desde un punto de vista conceptual, hemos visto que publicó en 1932 un artículo en la *Revista de Occidente* en que comentaba algunas de las características de la nueva teoría. Zubiri, en cierto modo discípulo suyo, publicó en 1934, en *Cruz y Raya*, un análisis autorizado sobre la nueva mecánica y, finalmente, en 1935 se editó en Madrid el libro de las conferencias de Schrödinger en Santander. De modo que las primeras publicaciones sobre mecánica cuántica en España están relacionadas, directa o indirectamente, con Schrödinger y la mecánica ondulatoria. Las bases para una escuela de Schrödinger en España estaban, como mínimo, apuntadas.

Pero ¿qué motivos pudieron mover a Schrödinger a venir a España? Debía de conocerla, al menos de oídas, a través de los Weyl, y no hemos de olvidar que por aquel entonces la Segunda República llamaba la atención de muchos europeos. No es raro encontrar referencias a intelectuales como Ortega o Unamuno en la prensa alemana y europea en general. También Einstein, amigo de Schrödinger, había visitado el país en 1923, e incluso consideró seriamente la posibilidad de venir a trabajar algunos meses cada año, pero los acontecimientos políticos que asolaron Europa en los años treinta le obligaron a cambiar de planes [SÁNCHEZ RON Y GLICK, 1983].

Hay que tener en mente que Schrödinger nunca destacó por crear escuela. Pero recordemos que era un emigrado y que pocos meses antes había viajado a Estados Unidos para ver si se mudaba allí. Seguramente debía de estar barajando posibilidades. Podríamos pensar, pues, que quizá valoró, como Einstein en su momento, la posibilidad de venir a trabajar a España. Cuando von Laue le visitó en Oxford a finales de la primavera de 1934 constató que Schrödinger “speaks of leaving and alternates in his mind between the most distant lands of the earth” [MOORE, 1989, p. 295]. Sin embargo, ni su situación personal ni los derroteros sociales y políticos que estaba tomando la vida española en 1935 hicieron razonable considerar seriamente el traslado. Se trató, pues, de un romance fugaz entre un físico desapegado de su creación y de su tierra, y de un país con gran necesidad de mentores en física teórica. Pero ni la situación personal de uno ni la coyuntura política del otro permitieron que la relación fuera más allá.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la inestimable ayuda del profesor Karl von Meyenn, que nos ha proporcionado material inédito, así como su ayuda para descifrar la caligrafía gótica de Schrödinger; también le damos las gracias a Christian Joas, quien nos ha ayudado en esta tarea. Peter Graf, de la Universidad de Viena, ha localizado y nos ha facilitado algunas de las pocas postales que los Schrödinger enviaron desde España.

## NOTAS

1. Uno de nosotros también ha publicado un estudio preliminar en que se discute la visita de Schrödinger en el contexto de la España de la Segunda República [PÉREZ, 2019].
2. Salinas a Schrödinger, 9 de febrero, 1934. Copia cedida por Karl von Meyenn. El original está en alemán; la traducción es nuestra.
3. Schrödinger a Salinas, 20 de febrero, 1934. Copia cedida por Karl von Meyenn. El original está en alemán; la traducción es nuestra.
4. En el libro de resúmenes vemos que aún había otro grupo, dedicado a la medicina [UIS, 2000].
5. Cabrera a Schrödinger, 11 de noviembre, 1933. *Schrödinger Nachlass*.
6. Véanse, por ejemplo, los números 32 (1926), 38 (1926), 46 (1927), 87 (1930), 98 (1931), 138 (1934) o 139 (1935).
7. Hoy comenzaron las sesiones... *Eco de Santiago*, 1 de agosto, 1934.
8. Las interesantes sesiones... *Eco de Santiago*, 4 de agosto, 1934.

9. Nuestras fiestas. *El correo gallego*, 4 de agosto, 1934.
10. El piso del salón del antiguo... *Diario de la Marina*. La Habana, 23 de agosto, 1934.
11. Así aparece también programado por la organización.
12. El Congreso de Ciencias. *El correo gallego*, 5 de agosto, 1934.
13. Un hundimiento en el palacio... *La Luz. Diario de Madrid*, 6 de agosto, 1934.
14. Carta de Schrödinger a Zubiri, 5 de agosto, 1934. *Archivo Zubiri*.
15. Conferencias manuscritas en francés por E. Schrödinger dadas en la Universidad de Verano de Santander. Agosto de 1934. *Archivo Zubiri*. Original en francés, nuestra traducción. Énfasis en el original.
16. La Universidad Internacional de Santander. *Diablo Mundo*, 2 de junio, 1934. Véase también, por ejemplo, La Universidad Internacional... *La Vanguardia*, 19 de junio, 1934. También la entrevista a Menéndez Pidal en el *Heraldo de Madrid* del 30 de junio del mismo año.
17. En la Universidad Internacional. *El Cantábrico*, 12 de agosto, 1934.
18. Carta de José Ortega y Gasset a Helene Weyl, 24 de agosto, 1934 [ORTEGA Y GASSET 2008, p. 181]. A tenor de esa correspondencia, no parece que ni Schrödinger ni la UIS causaran muy buena impresión al filósofo español.
19. En la Universidad Internacional. *El Cantábrico*, 11 de agosto, 1934. Unamuno dio cinco conferencias/lecturas fuera de programa.
20. Eso sí, será este mismo periodista quien le haga una entrevista al año siguiente para el *Heraldo de Madrid*, publicada el 5 de abril.
21. La Universidad Intenacional... *Heraldo de Madrid*, 7 de septiembre, 1934.
22. La Universidad Intenacional... *La Región* (Santander), 5 de julio, 1934. En *El Cantábrico* del 11 de julio del mismo año encontramos una larga reseña de las primeras lecciones del cursillo de Palacios.
23. La Universidad Intenacional... *La Región* (Santander), 6 de julio, 1934.
24. La Universidad Intenacional... *Heraldo de Madrid*, 7 de septiembre, 1934.
25. Carta de Schrödinger a Zubiri, 5 de agosto, 1934. *Archivo Zubiri*.
26. *Ibidem*.
27. *Ibidem*.
28. Für Santander. *Schrödinger Nachlass*. Original en alemán. Nuestra traducción.
29. Agradecemos al responsable del archivo Schrödinger en la Universidad de Viena, Peter Graf, que nos la proporcionase.
30. Carta de Schrödinger a Zubiri, 11 de septiembre, 1934. *Archivo Zubiri*.
31. *Ibidem*.
32. Podemos dar fe de que, en efecto, la escritura manual de Schrödinger en letra gótica es muy difícil de leer si no se tiene mucha experiencia y muy buen conocimiento del alemán. Incluso un germanoparlante actual tiene problemas para leerla. Nosotros no habríamos podido descifrarla sin la ayuda de Christian Joas y Karl von Meÿenn.
33. Carta de Schrödinger a Zubiri, 11 de septiembre, 1934. *Archivo Zubiri*. Traducción en JANÉS [2015b, pp. 32-33].
34. Carta de Schrödinger a Zubiri, 15 de diciembre, 1934. *Archivo Zubiri*.
35. Recordemos que de March era el libro sobre física atómica que Zubiri tradujo para la *Revista de Occidente* en 1934 [MARCH, 1934]. De hecho, Schrödinger le dijo a Lindemann que March y él iban a trabajar juntos en un nuevo libro en Oxford [MOORE, 1989, p. 269] y aquél figuró como su ayudante. Que nosotros sepamos, ese libro nunca se escribió.
36. Véase, por ejemplo, la noticia de *La Vanguardia* del 23 de junio, 1934.
37. Carta de Weyl a Flexner, 18 de junio, 1934 [VON MEÿENN, 2009, vol. 2, p. 534].
38. *Ibidem*. Nuestra traducción.
39. Carta de Weyl a Schrödinger, enero, 1934. Agradecemos a Karl von Meÿenn que nos la proporcionara.

**FUENTES DE ARCHIVO**

*Archivo Zubiri*. Fundación Zubiri, Madrid.

*Nachlass Erwin Schrödinger*. Universität Wien. <<http://phaidra.univie.ac.at/o:143722>> [Consulta: 13/06/2020].

**FUENTES IMPRESAS**

- AEPPC (Asociación Española para el Progreso de las Ciencias) (1934) *Congreso de Santiago, 1-8 de agosto de 1934. Estatutos y Reglamentos. Noticias referentes a los trabajos de las secciones*. Madrid, C. Bermejo.
- BAIG, M., GIMENO, G. y XIPELL, M. (2012) "La introducción de la mecánica cuántica en España: las primeras lecciones y los primeros textos". En: N. Herrán y X. Roqué (eds.) *La física en la dictadura. Físicos, cultura y poder en España, 1939-1975*. Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, 161-176.
- BELLER, M. (1999) *Quantum Dialogue. The Making of a Revolution*. Chicago, The University of Chicago Press.
- BITBOL, M. (1996) *Schrödinger's philosophy of quantum mechanics*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- CABRERA, N. (1972) "Apuntes biográficos de mi padre D. Blas Cabrera y Felipe (1878-1945)". En: *En el centenario de Blas Cabrera*. Las Palmas de Gran Canarias, Universidad Internacional de Canarias Pérez Galdós, 59-73.
- COROMINAS, J. y VICENS, J. (2006) *Xavier Zubiri: la soledad sonora*. Madrid, Taurus.
- EINSTEIN, A., PODOLSKY, B. y ROSEN, N. (1935) "Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?" *Physical Review*, 47, 777-780.
- FERNÁNDEZ TERÁN, R. E. (2014) *El profesorado del "Instituto Nacional de Física y Química" ante la Guerra Civil, el proceso de depuración y el drama del exilio*. Tesis doctoral presentada en la Universidad Complutense.
- GIL SANTIAGO, E. (1941) "Nociones de la nueva mecánica cuántica". *Metallurgia y Electricidad*, 47, 31-35; 48, 54-58; 51, 22-27.
- GLICK, T. F. (1988) *Einstein in Spain: relativity and the recovery of science*. Princeton, Princeton University Press.
- GREENSPAN, N. T. (2005) *The end of the certain world: the life and science of Max Born. The Nobel physicist who ignited the quantum revolution*. Chichester, Wiley.
- JANÉS, C. (2015a) "Humanismo y ciencia. Erwin Schrödinger y José Ortega y Gasset". *Revista de Occidente*, 408, 63-81.
- JANÉS, C. (2015b) "El saber y el mar. Xabier Zubiri y Erwin Schrödinger". *Eu-topías. Revista de interculturalidad, comunicación y estudios europeos*, 10, 23-33.
- HOCH, P. K. y YOXEN, E. J. (1987) "Schrödinger at Oxford: A hypothetical national cultural synthesis which failed". *Annals of Science*, 44, 593-616.
- MADARIAGA, B. y VALBUENA, C. (1999) *La Universidad Internacional de verano de Santander (1932-1936)*. Santander, UIMP.
- MARCH, A. (1934) *La física del átomo. Iniciación en las nuevas teorías*. Madrid, Revista de Occidente.
- MOORE, W. J. (1989) *Schrödinger, life and thought*. Cambridge, Cambridge University Press.
- MORENO, A. (2000) "La teoría de los quanta en España". *Arbor*, 167, 603-620.
- ORTEGA Y GASSET, J. (2008) *Correspondencia: José Ortega y Gasset, Helene Weyl*. Gesine Märtens (ed.) Madrid, Biblioteca Nueva.
- PEÑA SERRANO, F. (1937) "Un método para determinar los niveles de energía del oscilador armónico". *Revista matemática hispano-americana*, 12, 10-16.

- PÉREZ, E. (2018). "Schrödinger y Unamuno, un encuentro no casual". En: M.D. 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, E. (2019) "Erwin Schrödinger in the Second Spanish Republic, 1934-1935". En: C. Fortsner, D. Hoffmann y M. Walker, M. (eds.) *Biographies in the History of Physics*. Berlin, Springer. En prensa.
- PIÉ I VALLS, B. y PÉREZ, E. (2014). "L'àtom de Schrödinger". *Comprendre*, 16, 5-28.
- SÁNCHEZ RON, J. M. (1992) "A man of many worlds: Schrödinger and Spain". En: M. Bitbol y O. Darrigol (eds.) *Erwin Schrödinger. Philosophy and the birth of Quantum Mechanics*. Paris, Frontières, 9-22.
- SÁNCHEZ RON, J. M. y GLICK, T.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, J. M. y ROCA-ROSELL, A. (1993) "Spain's first school of physics: Blas Cabrera's Laboratorio de Investigaciones Físicas". *Osiris*, 8, 127-155.
- SCHRÖDINGER, E. (1929) "Neue Wege der Physik". *Elektrische Nachrichtentechnik*, 5, 485-488.
- SCHRÖDINGER, E. (1930) "Zum Heisenbergschen unerschärfenprinzip". *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften. Physikalisch-mathematische Klasse*, 296-303.
- SCHRÖDINGER, E. (1932a). *Über Indeterminismus in der Physik. Ist die Naturwissenschaft milieubedingt? Zwei Vorträge zur Kritik der naturwissenschaftlichen Erkenntnis*. Leipzig, Barth.
- SCHRÖDINGER, E. (1932b) "Sur la théorie relativiste de l'électron et l'interprétation de la mécanique". *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 2, 269-310.
- SCHRÖDINGER, E. (1932c) "¿Está la ciencia natural condicionada por el medio?" *Revista de Occidente*, 113, 125-159.
- SCHRÖDINGER, E. (1934) "Über die Unanwendbarkeit der Geometrie im Kleinen". *Die Naturwissenschaften*, 22, 518-520.
- SCHRÖDINGER, E. (1935a) "Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik". *Die Naturwissenschaften*, 23, 807-812, 823-828, 844-849.
- SCHRÖDINGER, E. (1935b) *La nueva mecánica ondulatoria*. Madrid, Signo.
- SCHRÖDINGER, E. (1951) *What is life?* Cambridge, Cambridge University Press.
- STUEWER, R. (1995) "The Seventh Solvay Conference: Nuclear Physics at the Crossroads". En: A.J. Kox y D.M. Siegel (eds.) *No truth except in details. Essays in honor of Martin J. Klein*. Dordrecht, Kluwer Academic, 336-362.
- TAGÜEÑA, M. (1978) *Testimonio de dos guerras*. Barcelona, Planeta.
- UIS 2000 *La Universidad Internacional de Verano de Santander. Resúmenes de sus trabajos en el curso de 1934*. Santander, UIMP.
- VON LAUE, M. (1932) "Zu der Erörterung über Kausalität". *Die Naturwissenschaften*, 20, 915-916.
- VON LAUE, M. (1934) "Über Heisenbergs Ungenauigkeitsbeziehungen und ihre erkenntnistheoretische Bedeutung". *Die Naturwissenschaften*, 22, 439-441.
- VON MEYENN, K. (ed.) (1994) *Quantenmechanik und Weimarer Republik*. Braunschweig, Vieweg
- VON MEYENN, K. (ed.) (2009) *Eine Entdeckung von ganz ausserordentlicher Tragweite: Schrödingers Briefwechsel zur Wellenmechanik und zum Katzenparadoxon*. Berlin, Springer.
- ZUBIRI, X. (1934) "La nueva física (un problema de filosofía)". *Cruz y Raya*, 10, 7-94.