

# LA OBRA CIENTÍFICA DE RAMÓN ORTIZ FORNAGUERA (1916-1974): UN CAPÍTULO DE LA FÍSICA MATEMÁTICA, TEÓRICA Y NUCLEAR EN LA DICTADURA FRANQUISTA.

**PABLO SOLER FERRÁN**

*Resumen: Se proporciona la biografía científica del físico y matemático español Ramón Ortiz Fornaguera (1916-1974), que desarrolló casi toda su carrera profesional en la Junta de Energía Nuclear. Desde 1946 publicó trabajos en Física Teórica, disciplina prácticamente inexistente entonces en España, siendo considerado en esos años uno de los físico-matemáticos de mayor proyección en dicho país. Su prometedor inicio no se consolidó en una carrera académica en esta materia, pero posteriormente tuvo reconocimiento internacional en el campo del cálculo de reactores nucleares. Los datos de la trayectoria científica de Ortiz se han obtenido principalmente de fuentes procedentes de archivos, fundamentalmente del suyo personal, que incluye bastante correspondencia con científicos relevantes de la época.*

*Palabras Clave: Historia de la Física en España. Biografías científicas: Ramón Ortiz Fornaguera. Física Teórica. Física Matemática. Física Nuclear.*

---

*Abstract: The scientific work of Ramón Ortiz Fornaguera (1916-1974): A chapter of Mathematical, Theoretical and Nuclear Physics during the Franco Dictatorship in Spain*

*Abstract: This paper provides a biographical account of the Spanish physicist and mathematician Ramón Ortiz Fornaguera (1916-1974), who developed most of his*

---

\* Correspondència: Pablo Soler Ferrán

e-mail: [ferranpablo@gmail.com](mailto:ferranpablo@gmail.com)

*career in the Junta de Energía Nuclear. Since 1946 he published papers in theoretical physics, a field which was virtually nonexistent in Spain. Ortiz was considered in those years one of the most capable mathematical physicists in Spain. His promising beginnings were not consolidated into a research career in this discipline, but later he received international acknowledgment in the field of nuclear reactor calculation. Ortiz's scientific career data has been obtained from several archives primarily from his personal one, which includes correspondence with scientists quite relevant in their times.*

*Keywords: History of Physics in Spain. Scientific Biography of Ramón Ortiz Fornaguera. Theoretical Physics. Mathematical Physics. Nuclear Physics*

## Introducción

Ramón Ortiz Fornaguera, nacido en Barcelona en 1916, fue un físico teórico y matemático que desarrolló casi toda su carrera profesional en la Junta de Energía Nuclear (JEN) como responsable de la división de Física Teórica y Cálculo de Reactores. Previamente, desde 1944 a 1946 fue profesor en la Facultad de Ciencias de Barcelona. Desde 1946 publicó trabajos científicos sobre Física Teórica (principalmente en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*) disciplina prácticamente inexistente entonces en España. Trabajó (1946-1948) en el Instituto de Óptica del CSIC, dirigido por José María Otero Navascués (1907-1983), que dirigió también la JEN y es figura clave tanto en la carrera científica de nuestro protagonista como de gran parte de la política científica española en el franquismo (Pérez, 2012). Ortiz perteneció al primer grupo de científicos que a finales de 1948 ingresaron en el organismo precursor de la JEN, formándose en Italia con el físico nuclear italiano Bruno Ferreti (1913-2010), y con los premios nobel de física Enrico Fermi (1901-1954) en Chicago y Werner Heisenberg (1901-1976) en Göttingen, Alemania. Es también conocido por haber traducido en 1947 al castellano el libro de John von Neumann *Fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica* y durante los años 1960 varios volúmenes del *Curso de Física Teórica* de Lev D. Landau y Eugeny Lifshitz.

Este trabajo se ha basado en fuentes archivistas previamente poco exploradas, en el análisis de los trabajos científicos originales de Ortiz y en entrevistas con personas relevantes que o bien conocieron a Ortiz o bien han valorado algunas de sus contribuciones.<sup>1</sup>

## 1. La presencia de Ramón Ortiz Fornaguera en la Física española

Ciertamente Ortiz Fornaguera no es reconocido como una de las figuras más relevantes de la Física en España. Si nos centramos en la física teórica, que se empieza a organizar en España

---

1. Los principales fondos utilizados han sido los del Archivo General de la Administración (AGA Industria y AGA Educación) y el personal de Ortiz Fornaguera. La información de este último está digitalizada e incorporada al Servei d'Arxius de Ciència a través del Dipòsit Digital de Documents de la UAB (<http://ddd.uab.cat/collection/rf>). El nombre de dicho fondo es Archivo Ramón Ortiz Fornaguera (AROF). Una descripción del mismo aparece en Gimeno et al. (2013).

aproximadamente a mediados de los años 1960, empezaron a significarse físicos como Alberto Galindo (n. 1934), Pedro Pascual (1934-2006), Francisco Ynduráin (1940-2008), Luis María Garrido (1930-2009), Luis Joaquín Boya (n. 1936), etc., pero Ortiz en general no aparece suficientemente tratado en la historiografía sobre la física española. Bien es cierto que sí lo ha sido, aunque tangencialmente, en el marco de los estudios históricos de la energía nuclear en España (Caro, 1995; Romero y Sánchez Ron, 2001), sobre la física teórica española (Gámez, 2004; Soler, 2010; Sánchez Ron, 1991), incluso en biografías de otros científicos como la de Terradas (Roca y Sánchez Ron, 1990). También en algunos aspectos concretos de esta historiografía, por ejemplo, respecto al primer libro original publicado en España sobre mecánica cuántica, o sobre la ya citada traducción del libro de von Neumann (Baig *et al.*, 2012a, 2012b). Pero estas menciones no ofrecen una perspectiva global de toda su carrera.

La producción científica de Ortiz se puede dividir en dos áreas: la Física Teórica (FT) o Física Matemática (FM)<sup>2</sup>, principalmente desarrollada desde 1945 hasta 1955 y por la que Ortiz sintió siempre clara prioridad; y la Física Nuclear (FN) iniciada en 1951.

La tesis defendida aquí es que Ortiz Fornaguera era probablemente uno de los teóricos de mayor proyección en España durante la década de 1945 a 1955, ya que tenía la capacidad y preparación suficientes. Sin embargo estuvo al margen de los estándares internacionales, pues publicó casi todos sus trabajos teóricos en revistas nacionales, algo habitual y un síntoma de las carencias de la ciencia española de entonces (Malet, 2008).<sup>3</sup> Posteriormente sus trabajos sobre cálculo de reactores tuvieron mayor difusión, principalmente en medios propios de los organismos internacionales asociados a la Energía Nuclear. Una de las causas de la escasa proyección internacional de Ortiz en FT/FM hay que circunscribirla a la situación de la ciencia española en el periodo autárquico del franquismo. En cuanto a la Energía Nuclear las características del desarrollo de esta disciplina en España de la mano de la JEN sí permitieron una cierta internacionalización de los científicos españoles. Ambos aspectos están suficientemente tratados en la historiografía reciente, pero a continuación se sintetizan los aspectos más relevantes relacionados con la trayectoria de nuestro protagonista.

Dos hechos caracterizan la física del primer franquismo; la prioridad por lo aplicado y la ausencia de la investigación en el ámbito universitario<sup>4</sup> (Sanz, 1997: 152; Sánchez Ron,

2. Las similitudes y diferencias entre FT y FM requieren un detallado análisis que se escapa del alcance de este trabajo. En principio se pueden considerar sinónimos los conceptos de FT y FM, lo que por otra parte es algo común entre los especialistas, incluso entre los físicos, aunque también se suele identificar lo FM con los métodos matemáticos de la FT.

3. Incluso, como indica Malet, se publicaba demasiado por el carácter endogámico de las publicaciones del CSIC (Malet, 2008: 243-244), pero habría que matizar que en el caso de la física, esto se dio en experimental y aplicada, no en física teórica. Además, veremos cómo la escasa producción de Ortiz sobre física teórica sí era digna de publicarse.

4. En el caso que nos ocupa, la Física Nuclear tiene componentes, de Física Teórica (FT) y de Física Aplicada (FA), pero en España en la fase inicial de los años 50, la FN estaba enfocada como FA y su desarrollo estaba encaminado a fortalecer el prestigio de la FN con el objetivo de incidir en el desarrollo industrial. No se valoraba la investigación teórica si no estaba asociada a una posible aplicación tecnológica o industrial.

2003b: 7-8). El primer aspecto fue precisamente consecuencia de la economía autárquica y se demuestra con el proceso de institucionalización de la investigación en ciencia aplicada (López García, 1994: 176-183), donde además, se buscaba prioritariamente la aplicación en el campo industrial y militar (Herran y Roqué, 2012: 95), lo que en el caso de la física se ha dado en llamar Física Autárquica. Además, las carencias de la física española de posguerra son a su vez, en gran parte, consecuencia directa del terrible impacto de la Guerra Civil (Otero Carvajal, 2006: 58-72; y en concreto para la física, Sánchez Ron, 2003a; Valera y López, 2001: 187-252). Pero decimos en gran parte porque además, según Presas (2007) y Sánchez Ron (1990), dichas carencias se deben a su vez al desarrollo anterior de la física en nuestro país en el primer tercio del siglo XX. Efectivamente, a pesar del importante avance de la física en ese periodo, realmente éste se dio casi exclusivamente en la física experimental con ausencia casi total de la FM/FT, lo que perjudicó el futuro desarrollo de la física en España.

En cuanto a la proyección internacional de la FT/FM en España realmente fue prácticamente nula hasta mediados de los años 60, cuando con la creación del *Grupo Interuniversitario de Física Teórica* (GIFT) se empieza a organizar esta disciplina en nuestro país y se da comienzo a los contactos internacionales (Gámez, 2004). Por lo tanto, no es posible comparar los desarrollos en FT en España con los de otros países, ya que no hubo participación en el debate internacional y las aportaciones españolas se limitaron prácticamente a las de Ortiz. Al respecto, la vuelta de Esteban Terradas (1883-1950) en 1941 para hacerse cargo de la cátedra de FM en Madrid fue una esperanza en este aspecto, por su prestigio y contactos internacionales, y con iniciativas como un Seminario de Estudios Avanzados de Física y Matemáticas (Roca y Sánchez Ron, 1990: 293) y del que precisamente Ortiz fue alumno destacado.

En cambio, en Física Nuclear sí se puede contextualizar el trabajo de Ortiz Fornaguera en la escena internacional, ya que los comienzos de la energía nuclear en España se basaron precisamente en los contactos internacionales de Otero y paulatinamente se logró una presencia internacional de los profesionales españoles (Romero, 2000; Romero y Sánchez Ron, 2001; Sánchez Ron, 2010; Presas, 2000; Caro *et al.*, 2005). Así, pudo haber un cierto reconocimiento internacional relativo a los trabajos de Ortiz sobre cálculo de reactores nucleares y métodos matemáticos asociados, dada su activa participación en instituciones internacionales sobre energía nuclear, llegando a presidir una comisión científica de la *European Nuclear Energy Agency* (ENEA)<sup>5</sup>.

En definitiva, sea como fuere, la realidad es que la FT/FM del primer franquismo era unerial (Valera y López, 2001), por lo que al estar los intereses de Ortiz exclusivamente encaminados hacia esta rama de la Física, creemos es de especial interés analizar su trayectoria. Parece razonable creer que los comienzos de la carrera investigadora de Ortiz se vieran seriamente limitados por la situación de la física autárquica. A esto se añadió su fracaso en los

---

5. Elección de Ortiz Fornaguera como presidente de comité científico de ENEA, 18 mayo 1969, *AGA Industria* 75/8992.

concursos a las cátedras de Física Matemática en 1952 y 1955, cuyo resultado consideró injusto y le llevó a romper con la universidad. A pesar de ello Ortiz sí que gozó de prestigio en la comunidad científica española como matemático y físico teórico (Baig et. al., 2012b: 182).

Hay otro factor general de la ciencia del primer franquismo en el que también Ortiz se vio inmerso; es el que se ha caracterizado como comportamiento clientelista en el sistema de investigación español (Herran y Roqué, 2012: 89). De hecho, este aspecto se comprueba en algunas cartas de Ortiz y en el uso que hacía de él Otero para gestiones ajenas al trabajo específicamente científico.

Del análisis de su producción científica teórica se puede deducir que tenía un gran conocimiento de las modernas teorías de la física, dominando los métodos matemáticos asociados a las mismas, y buscaba originalidad en sus trabajos teóricos, especialmente en establecer principios de carácter general que englobaran casos particulares en el marco de la Física Matemática, particularmente en teorías de campos.

Como discípulo de Terradas, «Ortiz simboliza por tanto, el relevo generacional de los físicos españoles formados antes de la Guerra Civil, la primera generación de físicos del franquismo junto a Sánchez del Río y Ma A. Vigón» (Gámez, 2004: 17). El mismo Terradas decía de él: «Ortiz está a la altura de los Santaló y Pi y en Física Matemática es el mejor alumno que he tenido».<sup>6</sup>

El físico teórico Pedro Pascual opinó sobre sus posibilidades y trayectoria: «Ortiz podría haber sido el director del grupo de física teórica de la JEN por su destacada formación matemática y su profundo conocimiento en FT. Sin embargo, la amargura producida por el fracaso en las oposiciones a la cátedra de Física matemática en 1952, le forjó un carácter distante para la dirección y la colaboración con grupos científicos. Acabó siendo, pese a sus capacidades, un frustrado investigador asociado a la Junta de Energía Nuclear.» (Gámez, 2004: 28).

Otros testimonios son los de Bruno Ferreti, quien le elogió en su estancia en Milán<sup>7</sup>, y Werner Heisenberg, que le consideraba un excelente matemático y le causó una gran impresión.<sup>8</sup>

Hasta 1955 Ortiz fue el único que, junto con Jesús María Tharrats (1923-2001), publicó trabajos sobre física teórica en España. La calidad internacional del trabajo de Ortiz, aunque poco conocida fuera de España, fue refrendada con la publicación de un artículo en la prestigiosa revista *Nuovo Cimento* (Ortiz, 1955b).<sup>9</sup> Gracias al trabajo de dirección de Heisenberg

6. Carta de Esteban Terradas a Rey Pastor, Archivo IEC, *Fons Esteve Terradas*.

7. Carta de Otero a Ortiz, 19-8-1949, disponible en <http://ddd.uab.cat/record/140773> (en adelante directamente AROF «núm. Rec.»). En concreto Otero habla del elogioso informe de Amaldi y Ferreti sobre Ortiz, que influyó para que le aceptaran en Chicago.

8. Carta de Otero a Ortiz, 22-4-1954, AROF\_140904. Carta de Ortiz a Otero 25-4-1954, AROF\_140906; carta de Aránzazu Vigón a Ortiz, 3-6-1954, AROF\_140920.

9. Las referencias a los trabajos originales de Ramón Ortiz no aparecen en la bibliografía, sino en el apéndice 1.

en Göttingen, entonces sí tiene posibilidades de contrastación en el contexto internacional, al ser citado en otros trabajos de científicos internacionales. El físico matemático americano Elliot Lieb, uno de los que citó el trabajo de Ortiz (Lieb, 1957), valora positivamente este artículo para esos años como ejemplo de dominio de las herramientas de la FM, e incluso afirma que no es descabellado pensar que Ortiz hubiera podido realizar contribuciones más significativas, aunque no en las circunstancias de España bajo la dictadura.<sup>10</sup>

Como hemos comentado, Ortiz desarrolló casi toda su carrera profesional en la JEN, lo que pudo haber limitado sus aspiraciones de realizar una carrera científica enfocada a los estudios teóricos. Era un apasionado de la matemática y de la física teórica. De su trayectoria vital podemos deducir que su deseo hubiera sido dedicarse exclusivamente a la investigación científica pura, sin las ataduras de pertenecer a una entidad como la JEN. Esto se intuye por los temas tratados en algunas de sus cartas personales, sus artículos originales y su trayectoria científica en general. De esta forma, tenía claro dónde podía satisfacer su ideal de trabajo en el que tenía puestos sus intereses investigadores: como catedrático de Física Matemática. No supo manejar la tremenda frustración que le supuso el fracaso ya comentado en las oposiciones, lo que le llevó a tomar la decisión radical de separarse definitivamente de la universidad y renunciar a la investigación en física básica. Igualmente, en la JEN siempre intentó que en su labor prevalecieran los aspectos puramente matemáticos y más propios de la física teórica que de la aplicada, como podía parecer más propio del organismo para el que trabajaba.

Cuando hacia 1965 se empieza a desarrollar la física teórica en España, Ortiz tiene 50 años, su tiempo casi ya ha pasado y es el momento de otros. Sus mejores años de investigador sobre FT/FM coinciden con un momento de reorganización de la ciencia española, con motivo del desastre que supuso la Guerra Civil y los primeros años de la dictadura, lo que afectó de forma especialmente traumática a la incipiente física española anterior a la Guerra por el destierro y depuraciones de las principales figuras (Otero Carvajal, 2006).

En un momento de dificultades económicas personales<sup>11</sup> y sin todavía una plaza segura ni en la Universidad ni en el CSIC, Ortiz acepta la propuesta de Otero de entrar en el organismo precursor de la JEN (recordemos que Otero dirigía la división de Óptica del CSIC y que otros miembros de dicha división, como Armando Durán (1916-2001), también participaron en los inicios de la JEN). De esta forma su carrera se enfoca hacia la física nuclear. Seguramente, al principio pensaba que ahí podría desarrollar una carrera investigadora

---

10. Las palabras textuales de Lieb son «It is not unreasonable to suggest that Fornaguera could have made important contributions had he, and Spain, not been under the Franco yoke». Comunicación personal de Elliot Lieb al autor por correo electrónico (30/5/2013). Lieb es doctor en Física Matemática y actualmente *Professor* de Física y Matemáticas en la *Princeton University*.

11. Según indicación de su hija Teresa Ortiz Ramis (licenciada en Físicas, desarrolla su labor profesional en ENRESA como responsable de la Unidad Técnica de Protección Radiológica).

puramente teórica, pero es probable que sus intenciones se vieran frenadas por Otero, que insistía en la prioridad en lo aplicado sobre lo teórico, como se puede intuir por algunas cartas entre ellos. Este aspecto se analiza en detalle en la parte correspondiente a la estancia de Ortiz en Göttingen, pero adelantamos un hecho significativo: en una carta de Otero a Ortiz cuando éste estaba en Chicago le dice: «Referente a sus trabajos, que es la parte más interesante, creo preferible dejar de momento el ofrecimiento de Fermi, ya que se trata de un tema especulativo que no nos acerca nada a la meta y que en cambio le distrae a Ud de su formación general».<sup>12</sup> No sabemos exactamente que era ese tema «especulativo» pero evidentemente por este término cabe entender teórico. Al respecto todos los entrevistados que trabajaron en la JEN confirman la falta de sintonía científica de Otero por los trabajos teóricos y recuerdan, como anécdota al respecto, que de forma desenfadada se refería a los físicos teóricos como «dinosaurios».<sup>13</sup>

En definitiva, los trabajos teóricos de Ortiz solo tuvieron una continuidad en el tiempo hasta 1948 (como se puede comprobar en el apéndice 1 con su relación de trabajos originales). Esta producción científica fue fruto de su estancia en la Universidad y el CSIC (Instituto de Óptica), pero a partir de 1949, ya como miembro de la JEN, solo logra publicar tres trabajos teóricos, dos en 1952 y uno en 1955 (el único en una revista internacional de prestigio). El resto serán trabajos relacionados con el cálculo de reactores, que realmente era la única línea investigadora de Ortiz apoyada institucionalmente, ya que su obra teórica desde 1950 lo fue de forma autónoma y paralela a la realizada como miembro de la JEN.

Ciertamente, la producción científica de Ortiz Fornaguera no es muy amplia. Al respecto hay que señalar que él era muy reacio a publicar, consideraba que sólo había que hacerlo si había algo realmente relevante para comunicar.<sup>14</sup> Una anécdota es la opinión que tenía sobre este aspecto Henry Smets, físico belga que coincidía con Ortiz en reuniones internacionales. Smets opinaba que su colega español escribía poco, pero cuando escribía les hacía pensar mucho.<sup>15</sup>

---

12. Carta de Otero a Ortiz, 9-2-1950, AROF\_140829. No se conserva la carta de Ortiz a Otero que implicó la respuesta de este. Esta carta no localizada debe ser sin duda muy interesante, porque podríamos conocer el trabajo teórico que le ofreció Fermi a Ortiz.

13. Según testimonio de Rafael Caro que confirma José Guasp. En Caro (1995: 307) se dice que un destacado personaje, sin identificarlo, llamaba a los teóricos «mamíferos de lujo». Es evidente que era Otero, de quien Caro confirma que no tenía ninguna prioridad por el trabajo teórico pero que a veces lo aceptaba a regañadientes porque daba prestigio. Rafael Caro, actualmente jubilado, es licenciado y doctor en Físicas, trabajó en la JEN, inicialmente en la División de Física Teórica dirigida por Ortiz Fornaguera. Fue alumno de Ortiz en los cursos de reactores nucleares organizados por la RACEFyN. José Guasp es licenciado y doctor en Físicas, actualmente jubilado, trabajó en la JEN, en el CIEMAT y en diversos organismos internacionales relacionados con la energía nuclear. Guasp fue alumno de Ortiz en los cursos de reactores nucleares organizados por la RACEFyN.

14. Según testimonio de D. Rafael Caro en entrevista personal.

15. Según testimonio de D. Agustín Alonso Santos en entrevista personal, que confirma D. José Guasp. Este último opina que esta «aversión» de Ortiz a publicar era una de sus virtudes, junto con el gran dominio bibliográfico que le permitía encon-

En cuanto a las relaciones científicas, tanto nacionales como internacionales e institucionales de las que fue testigo y protagonista, cabe destacar que desde su biografía científica y gracias a su correspondencia conservada podemos acercarnos a algunos aspectos del desarrollo de la Física en España. Por ejemplo, a través de algunas cartas podemos comprobar las luchas de poder entre la Universidad española y la JEN, con las cátedras universitarias como uno de los principales objetivos de las mismas, así como las relaciones internacionales de la ciencia española en la época autárquica y los esfuerzos de legitimación del régimen franquista, de los que Ortiz fue también protagonista como subordinado de Otero.

Finalmente, presentar la biografía de un científico individual, especialmente si se dispone de un archivo personal, como es el caso que nos ocupa, puede mostrar ejemplos concretos de caracterizaciones sobre la historia local de una disciplina científica que a su vez puedan permitir corroborar o refutar, según los casos, dichas caracterizaciones. En definitiva puede servir de ejemplo o contraejemplo para validar o invalidar determinadas conclusiones de estudios históricos más generales (e.g. Roca y Sánchez Ron, 1990).

## **2. Los inicios de la carrera científica de Ortiz Fornaguera: universidad e ingreso en la JEN.**

Procedente de una familia humilde, el joven Ramón inició sus estudios universitarios becado como alumno seleccionado del entonces Ministerio de Instrucción Pública, gracias a su buen expediente en el bachillerato. Como dato anecdótico, durante sus estudios de bachillerato mereció una reseña en la prensa al impartir unas conferencias sobre literatura rusa<sup>16</sup> y Astronomía.<sup>17</sup> En 1935 empieza las carreras de Ciencias (en la sección de Exactas) y Filosofía en la Universidad de Barcelona. Tuvo que interrumpir estos estudios como consecuencia de la Guerra Civil, reanudándolos en 1939. Igualmente obtuvo ayuda de estudios de las nuevas autoridades, aunque sólo para la de Exactas, por lo que abandonó Filosofía, aunque siempre mantuvo el interés por esta disciplina, especialmente por la Filosofía de la Ciencia. Posteriormente decidió cursar por libre las asignaturas complementarias para la sección de Físicas. Así, en 1942 obtuvo la licenciatura en Ciencias Exactas y en 1944 la de Físicas, ambas con Premio Extraordinario.<sup>18</sup>

Desde 1936 a 1941 trabajó en el Observatorio Fabra, que hasta 1939 dependía de la

---

trar las referencias para encontrar una solución a un problema concreto. Agustín Alonso, actualmente jubilado, es licenciado en Química, doctor en Físicas e Ingeniero Industrial, fue secretario del Comité Asesor de Seguridad Nuclear de la JEN, que dejaría al ganar las oposiciones a cátedra de Tecnología Nuclear en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona, en 1975. Alonso fue también catedrático de la misma asignatura en la Escuela de Madrid.

16. *La Vanguardia*, 19 marzo 1933: 3; 4 mayo 1933: 9.

17. *La Vanguardia*, 10 de mayo 1933: 15.

18. Expediente Ramón Ortiz Fornaguera. *Arxiu històric de la Universitat de Barcelona*. Certificación académica personal, 31-8-1946.



*Generalitat de Catalunya*. En este tiempo se dedicó a cálculos de órbitas y efemérides, publicando en 1940 su primer trabajo científico en la revista del observatorio: una idea original sobre cálculo de órbitas astronómicas (Ortiz, 1940), desarrollada con gran rigor matemático. Anteriormente apareció en *Urania* un artículo del joven Ramón que suponía una interesante reflexión filosófica sobre la cosmología y las teorías científicas, novedosa para esa época ya que cuestiona el denominado realismo científico. Por ejemplo, cuando afirma: «el científico comprueba relaciones entre hechos (presencia de cosas en puntos del espacio-tiempo), los subordina unos a otros a base del orden en que se suceden, pero no los explica» (Ortiz, 1937: 136). Estas ideas se consolidarían posteriormente en su interpretación del concepto y método de la Física Matemática (Ortiz, 1952a).



Figura 1. Carnet de Ramón Ortiz como trabajador del Observatorio Fabra.

Una vez acabada la licenciatura en matemáticas, y mientras preparaba las asignaturas restantes para la de física, trabaja en una monografía sobre geometría proyectiva como manual de uso universitario, donde realiza un interesante repaso histórico por dicha disciplina, lo que no era frecuente en ese tipo de textos en aquella época (Ortiz, 1943). Este es otro aspecto interesante de la producción de Ortiz: su interés por la revisión histórica, con rigor y profundidad, de los temas que analiza, que se repetirá posteriormente sobre relatividad y teoría cuántica de campos.

Desde 1944 a 1946 fue profesor ayudante de la Universidad de Barcelona en las asignaturas de Mecánica Racional y Física Teórica.<sup>19</sup> Anteriormente, desde 1942 ejerció como profesor de matemáticas especiales y física teórica para ingenieros de la empresa química

19. Expediente R. Ortiz. *Arxiu històric de la Universitat de Barcelona*. Certificado 6-11-1946.

*Sociedad Anónima Cros*, labor desarrollada durante cuatro años (para mayor información sobre el origen de esta iniciativa, véase Baig *et al*, 2012a). Entre otras materias impartió un curso de Mecánica Cuántica que le valió para escribir una monografía sobre este tema, siendo el primer libro sobre esta materia publicado en nuestro país por autor español (Ortiz, 1947b). Es un manual de texto donde se centra en el formalismo matemático y el rigor expositivo, sin incidir en aspectos experimentales ni epistemológicos.

En 1946 publica su primer trabajo científico sobre física teórica, un estudio de las principales magnitudes de la teoría de la elasticidad en el marco de un espacio riemanniano  $n$ -dimensional (Ortiz, 1946). Como vemos, a pesar de ser una aproximación a un tema clásico, como es el de la elasticidad, lo hace desde una perspectiva propia de la Física Matemática, al manejar el cálculo tensorial en espacios de  $n$ -dimensiones. Este trabajo le llamó la atención al matemático Enrique de Rafael (1885-1955), quién escribió al autor una elogiosa carta señalando la importancia que alguien en España se dedicara a aspectos puramente teóricos. Sus palabras reflejan precisamente el mérito de dedicarse a cuestiones teóricas, por la patente situación de precariedad en nuestro país:

ya que no es frecuente, sobre todo en nuestra patria, encontrar amantes de la Ciencia pura (...) aunque al principio (y aun al medio y al fin) no le proporcionarán emolumentos materiales de ninguna clase, y, en cambio, tal vez alguna contrariedad (...) todavía más por la falta de ambiente, simpatía y protección indispensables para entusiasmarse con ellos [se refiere a los temas teóricos].<sup>20</sup>

En Octubre de 1946 se establece en Madrid como becario en tres organismos diferentes: el *Seminario de Estudios Superiores de Física y Matemáticas* de la Universidad de Madrid<sup>21</sup>, el *Instituto de Óptica Daza y Valdés* del CSIC y la *Fundación Conde de Cartagena* de la RACEFyN. Inicialmente Ortiz ingresó en los dos primeros, pero Otero Navascués, que dirigía el Instituto de Óptica, siendo consciente de la valía de Ortiz, le facilitó la otra beca en la Academia para completar el escaso sueldo de la primera<sup>22</sup>. Además se le nombró ayudante de la cátedra de Física Matemática de la Universidad Central. Vemos en este inicio científico de Ortiz algunas de las características de la ciencia española de esos años: la duplicidad de trabajos que indican una escasa dotación económica y las carencias de la universidad, ya que muchos de sus miembros compaginaban el trabajo académico con el del CSIC.

Gracias a su ingreso en la Universidad de Madrid conoce a Terradas, que tendría una importancia capital en su carrera. Es posible que Ortiz ya le hubiera conocido antes a través de los catedráticos de la Universidad de Barcelona, Joaquín Febrer (1893-1970) e Isidre

20. Carta de Enrique de Rafael a Ortiz, 30-11-1946, AROF\_140698.

21. Expediente R. Ortiz Fornaguera. *Archivo histórico de la UCM*.

22. Certificado RACEFyN de concesión de beca a Ortiz Fornaguera, 23-10-1946, AROF\_141005.

Polit (1880-1958) (Baig *et al.* 2012b, 183). Sabemos de la predilección de Terradas por Ortiz; no solo dirigió su tesis doctoral, sino que colaboraron para un libro conjunto sobre la relatividad que es de gran relevancia en la literatura científica española y sobre el que volveremos más adelante.

La tesis doctoral de Ortiz, que defendió en 1947, versaba sobre *Los espacios métricos en óptica electrónica* (Ortiz 1947a) y la realizó como miembro del *Instituto de Óptica* del CSIC, que dirigía Otero Navascués. Aunque en estos años la óptica era el campo prioritario de Otero, al ser esta tesis un desarrollo puramente teórico, se escapaba completamente de los intereses de aquél y de los trabajos sobre óptica que se hacían bajo su dirección, más encaminados a la óptica como física aplicada (Valera y López, 2001:285-300). En realidad Ortiz utiliza la óptica como base para desarrollar un trabajo de física matemática, ya que su objetivo es analizar los diversos modelos de espacios métricos que se deben usar en diferentes tipos de lentes electrónicas. En concreto buscaba encontrar las ecuaciones de las geodésicas que coincidieran con las trayectorias posibles de un corpúsculo que se mueve en el campo de una lente electrónica. Este trabajo demostraba un profundo dominio de las herramientas matemáticas usadas en la física moderna, en concreto la geometría diferencial y el cálculo tensorial. Esta memoria la presentaría posteriormente Ortiz a concurso de la RACEFyN, obteniendo el primer premio, con lo que apareció publicada en 1948.

Continuando con su trabajo en el CSIC, Ortiz presentó una memoria sobre la teoría corpuscular de la luz, que aunque es meramente expositiva, incluye las novedades de la época respecto a las entonces incipientes Electrodinámica Cuántica (QED) y Teoría Cuántica de Campos (QFT). Que sepamos, es el primero en España que habla y conoce a fondo estas teorías, por lo que se le debe reconocer el mérito de ser pionero en presentarlas en nuestro país (Ortiz, 1948a). Realmente Ortiz no participó en la generación de la QFT, aunque posteriormente lo intentara en la teoría no lineal de Heisenberg sobre la misma materia. En cualquier caso, igual que a Terradas y Cabrera se les reconoce el mérito de ser introductores de la Teoría de la Relatividad en nuestro país (Soler, 2010), el mismo reconocimiento se le debe a Ortiz respecto a la QED y QFT.

En línea con la óptica teórica, Ortiz estaba muy interesado en aplicar herramientas matemáticas avanzadas a aspectos teóricos de la física, por ejemplo sobre la teoría de ecuaciones integrales al cálculo de propiedades de lentes electrónicas (Ortiz, 1948b).<sup>23</sup> Este trabajo también se aparta de las líneas seguidas en óptica durante esos años en nuestro país, enfocadas hacia la óptica como disciplina aplicada. Así, los temas se centraron en óptica geométrica, óptica fisiológica, óptica tecnológica y óptica física (básicamente métodos interferenciales). Los únicos trabajos teóricos publicados en España sobre métodos matemáticos aplicados a la óptica, y relacionados pues con la FM, fueron del alemán F. Weidert, que estuvo en el CSIC a principio de los 50 (Valera y López, 2001, 285-301). En definitiva, como

---

23. Reseñado en *Science Abstracts*, 1949, 52A: 849.

vemos, la intención clara de Ortiz respecto a sus trabajos sobre óptica es innovar en aspectos de FT/FM.

En cuanto a su trabajo específico en el seminario de la Universidad Central, durante 1947 y 1948 se aproximó a la teoría sintética de espacios como base de la teoría de campos electromagnéticos<sup>24</sup> e impartió un curso sobre geometría de espacios métricos aplicada a la relatividad y a la teoría unitaria de campos<sup>25</sup>. En el Instituto de Óptica del CSIC impartiría conferencias sobre estos temas, incluyendo aspectos matemáticos de la Mecánica Cuántica.<sup>26</sup> También colaboró con el Instituto de Electrónica del CSIC, dirigido en sus inicios por Terradas, al desarrollar un curso sobre propagación en guías de onda (Roca y Sánchez Ron, 1990: 298).<sup>27</sup>

Mientras tanto, traduce al castellano la obra de von Neumann *Fundamentos matemáticos de la Mecánica Cuántica*, aunque por problemas varios no se publica hasta 1949. Su trabajo, en el que hay abundantes notas suyas propias, algunas de las cuales corrigen aspectos del texto original, le lleva a publicar previamente un artículo sobre operadores estadísticos. En éste se presentan de forma unificada los aspectos teóricos que difieren del texto de von Neumann, principalmente cuestiones relativas a demostraciones rigurosas de propiedades de los operadores lineales usados en Mecánica Cuántica (Ortiz, 1948c).<sup>28</sup> Ortiz mantuvo una interesante correspondencia sobre estas cuestiones con von Neumann,<sup>29</sup> aceptando estas sugerencias del primero, aunque en una de ellas planteó una solución alternativa a la de Ortiz. Estas correcciones se plasmaron en la edición inglesa de 1955 (Baig *et al.* 2012b: 189).

Siguiendo con sus intentos de aportar originalidad, también demostró Ortiz un gran dominio sobre geometría diferencial, como su uso de la conexión afín, partiendo de las ideas del matemático francés Cartan (1869-1951) para su aplicación en relatividad general (Ortiz, 1948d).<sup>30</sup> En definitiva, en todos estos trabajos constatamos la clara predilección de Ortiz no ya solo por los métodos matemáticos de la Física moderna, sino por innovar en el desarrollo de los mismos.

Como vemos, la actividad de Ortiz en estos años es frenética, culminándola con una interesante aportación al estudio de las leyes conservativas en la teoría de campos de la

24. Terradas (1948), *Breve y elemental reseña de las bases científicas y aplicaciones técnicas de la Electrónica*, Patronato Juan de la Cierva, CSIC, Madrid; citado en Roca y Sánchez Ron, 1990: 295.

25. Tarjeta de invitación del CSIC, abril de 1947, AROF\_141013.

26. Folleto de reunión Instituto de Óptica del CSIC y RSEFYQ, junio 1947, AROF\_141014; Seminario de Física Matemática. Universidad de Madrid. Curso 1947-48, AROF\_141018. No se han localizado los manuscritos relativos a este curso.

27. En el archivo de Ortiz no figura ningún documento relativo a de esta colaboración. Al respecto, en la obra de Roca y Sánchez Ron citada no se indica el origen de esta información.

28. Las vicisitudes de la traducción aparecen en Baig *et al.* (2012b).

29. Carta de Ortiz a von Neumann, 18-3-1947, AROF\_140700, carta de von Neumann a Ortiz 31-3-1947, AROF\_140715.

30. Trabajo reseñado en *Mathematical Reviews*, 329, 1949.

relatividad general, donde intenta plantearlas como caso límite de una teoría más general definida en espacios riemannianos (Ortiz, 1948f).<sup>31</sup> Estos intentos de generalización de Ortiz, de plantear los casos conocidos como casos límites o concretos de leyes más generales, fueron una constante en su carrera y creemos que es uno de los aspectos más meritorios de sus contribuciones científicas.

Es muy probable que esta intensa actividad de Ortiz tuviera como objeto prepararse para las oposiciones a la cátedra de Física Matemática de Barcelona, de cuya nueva dotación se venía hablando en el ambiente universitario con insistencia desde 1947.<sup>32</sup> De hecho, en diciembre de 1947 escribe a Einstein y von Neumann consultándoles sobre las diferencias entre la Física Teórica y la Física Matemática, asunto que trató en profundidad en la memoria que presentaría a las oposiciones. Sólo le contestó von Neumann, respuesta que aprovechó para incluirla en dicha memoria.<sup>33</sup>

Hay que valorar en su justa medida estos trabajos cuando suponen una labor totalmente individual, con escasa labor de dirección, salvo la que pudiera ejercer Terradas ya al final de su vida, en unos años en que la Física Teórica no existía en España. Se puede afirmar que prácticamente éstos son los únicos trabajos sobre Física Teórica aparecidos en medios nacionales en esos años, junto a los de Tharrats, aunque de un análisis comparativo de los mismos, los de Ortiz están claramente más enfocados hacia la FM que los de Tharrats. Aunque no tuvo un impacto internacional relevante, algunos de los trabajos de Ortiz se reseñaron en medios como *Science Abstracts* y *Mathematical Reviews*.

En este momento de intenso trabajo de Ortiz, se producen los inicios de la energía nuclear en España (Abbad *et al.*, 1946; Caro, 1995; Ordoñez y Sánchez Ron, 1996; Durán, 1998; Romero, 2000; Presas, 2000; Barca, 2002; Romero y Sánchez Ron, 2001). En relación con la carrera de Ortiz, solo destacar ahora que en septiembre de 1948 se crea la *Junta de Investigaciones Atómicas* (JIA) como organismo de carácter reservado para iniciar los desarrollos sobre energía nuclear en España. El primer científico profesional que entró en la JIA fue precisamente Ortiz Fornaguera. Los objetivos de la JIA se establecieron en un Decreto Reservado de 1948 y son también conocidos (Romero y Sánchez Ron, 2001: 16-17), pero queremos incidir en uno de ellos por estar directamente relacionado con la trayectoria de nuestro protagonista: «Establecer relaciones e intercambios con otros organismos similares extranjeros, conducentes a formar un equipo de científicos españoles en los modernos conocimientos sobre la prospección de minerales radiactivos y el beneficio

---

31. Trabajo reseñado en *Science Abstracts*, 52A:718, 1949.

32. Carta de Ortiz a Joan Auge, 17-11-1947 AROF\_140715; Carta de Ortiz a Isidre Polit, 17-11-1947 AROF\_140716, carta de Isidre Polit a Ortiz, 27-11-1947 AROF\_140717.

33. Carta de Ortiz a von Neumann, 1-12-1947, AROF\_140722, carta de Ortiz a Einstein, 1-12-1947, AROF\_140723, carta de von Neumann a Ortiz, 10-12-1947 AROF\_140726.

industrial de la energía nuclear». <sup>34</sup> Posteriormente estos objetivos se verían ampliados y favorecidos por la situación internacional en relación con la energía nuclear, en la que un símbolo fue el programa americano «Átomos para al Paz» de 1953 (Romero y Sánchez Ron, 2001: 53-54).

Efectivamente, como parte de su formación específica en física nuclear, Ortiz estuvo en Italia entre septiembre de 1948 y junio de 1949, primero en Roma y después en Milán. Trabajó en aspectos teóricos de reactores nucleares, en concreto sobre difusión y moderación de neutrones, bajo la dirección de Bruno Ferretti. <sup>35</sup> No es casualidad que la primera estancia de Ortiz en el extranjero fuera Italia, ya que sabemos que los inicios de la JIA se debieron en gran parte a los contactos que científicos italianos establecieron con las autoridades españolas para importar uranio y a que el modelo seguido en la creación de la JIA fue el organismo italiano CISE (*Centro Informazioni Studi Esperienze*) (Romero, 2000, 511). Esta estancia la hizo Ortiz en compañía de otros dos científicos, Carlos Sánchez del Río y María Aránzazu Vigón, doctor y licenciada en físicas respectivamente. Es evidente que dicho viaje no era sólo para formarse científicamente, sino también para establecer contactos y profundizar en las relaciones internacionales, de cuya necesidad era perfectamente consciente Otero. En este sentido, como ya se ha indicado, estas estancias se enmarcan perfectamente en los objetivos de la JIA, no sólo para el fomento de las relaciones con expertos de otros países, sino también para la comparación de sistemas tecnológicos con el objeto de facilitar la toma de decisiones (Romero, 2000: 510). Esto sería una constante en el personal de la JEN y en concreto en la trayectoria de Ortiz, al realizar bastantes viajes para conocer instalaciones nucleares y centros de cálculo.

A la vuelta de Italia, Ortiz continuó su trabajo en el extranjero con una estancia en la Universidad de Chicago, desde septiembre de 1949 a noviembre de 1950 en el *Institute for Nuclear Studies*. Este instituto estaba dirigido por Samuel K. Allison (1900-1965) pero Ortiz estuvo a cargo de la dirección científica de Enrico Fermi. Igualmente la elección de Estados Unidos estaba justificada en las relaciones internacionales que se querían establecer con los principales países en tecnología nuclear, no solo por aspectos puramente científicos o tecnológicos, sino también en el marco del inicio de apertura del régimen y de su intento de legitimación internacional. Al igual que en Italia, además de Ortiz viajaron a Estados Unidos otros miembros de la JEN, con lo que estas estancias hay que enmarcarlas en el cambio de política norteamericana respecto a España. Aunque oficialmente este cambio se estableció con los acuerdos de colaboración de los dos países en 1953, desde 1947 ya empezó a variar la actitud norteamericana respecto a España (Piñeiro, 2006), lo que con seguridad facilitó la presencia de científicos de la JEN en Estados Unidos desde 1950.

---

34. Decreto Reservado 6 septiembre 1948, Archivo de Presidencia del Gobierno, citado por Romero y Sánchez Ron, 2001: 16.

35. Certificado de Otero sobre trabajos de Ortiz en Italia y Chicago, AROF\_141062.

Por la correspondencia entre Ortiz y Otero en este periodo sabemos de la importancia del papel de primero como intermediario de los responsables de la JEN con los científicos norteamericanos. En realidad, aunque Ortiz fue a Chicago para adquirir experiencia científica, constatamos que a veces Otero le utilizaba para obtener información sobre desclasificación de documentos, para compra de material tecnológico, y para facilitar los contactos con los especialistas norteamericanos.<sup>36</sup> De esta forma, el papel de Ortiz fue trascendental para la asistencia de Allison a las jornadas sobre física atómica y nuclear que se celebraron en Santander en 1950.<sup>37</sup> Otero daba una importancia crucial a la presencia de destacados científicos extranjeros en estas jornadas.

Sobre esta función de Ortiz como intermediario para conseguir información recientemente desclasificada, conviene resaltar que oficialmente España no pudo disponer de un conjunto de información hasta 1955, pero, como vemos, el terreno se fue preparando con anterioridad. Por ejemplo, Otero le pedía a Ortiz que le fuera mandando todos los documentos sobre energía nuclear que los americanos desclasificaban<sup>38</sup> y le insistía en que estuviera pendiente sobre este aspecto «ya que toda cosa que desclasificasen, automáticamente sabríamos que era nueva e interesante».<sup>39</sup> Posteriormente, en Göttingen, era Ortiz el que informaba a Heisenberg y sus colegas alemanes sobre los documentos desclasificados. Este aspecto sobre la transferencia de información cobra especial relevancia en la historiografía reciente sobre este tema, ya que en principio, el comienzo oficial de dicha transferencia empieza con la conferencia de Ginebra sobre el uso pacífico de la energía nuclear celebrada en agosto de 1955 (Romero, 2012: 47). De esta forma, en noviembre de 1955 se hizo una entrega oficial al CSIC por parte del embajador americano de una biblioteca científica sobre aplicaciones pacíficas de la energía nuclear (Romero y Sánchez Ron, 2004: 134). Pero realmente, como hemos visto, los intentos españoles para que se pudiera obtener información asociada a documentos desclasificados empezaron en 1950 con la estancia de Ortiz en Chicago.

En el terreno científico, parece que el principal resultado de esta estancia fue la realización de una monografía conjunta con José García Fité<sup>40</sup> sobre la teoría dinámica de la pila en reactores nucleares, que con seguridad se usó para formación del personal técnico en España (García Fité y Ortiz, 1951b).<sup>41</sup>

---

36. Carta de Otero a Ortiz, 12-1-50 AROF\_140807; Carta de Otero a Ortiz, 21-3-50 AROF\_140856. Este es uno de los casos en que se comprueba el fenómeno del clientelismo en la ciencia española de la época.

37. Miguel Masriera publicó varios artículos en la Vanguardia sobre este evento. Véase Nieto-Galán (2012), también carta de Otero a Allison 9-5-50, AROF\_140801 y carta de Otero a Ortiz, 10-5-50, AROF\_140802 donde escribe «Le suplico haga todo lo posible para que Allison acepte la invitación».

38. Carta de Otero a Ortiz, 12-1-1950, AROF\_140807.

39. Carta de Otero a Ortiz, 9-2-1950, AROF\_140829.

40. Pertenecía al grupo de Ortiz en la JEN. Tampoco tenemos fechas concretas, era algo más joven que Ortiz y falleció hace años.

41. Este documento seguramente es inédito o interno de la EPALE, por lo que tiene un valor adicional como patrimonio

A la vuelta a Madrid se dedica principalmente al estudio teórico y cálculo de reactores e imparte cursos sobre Mecánica Cuántica, Física Nuclear y Matemáticas aplicadas a estas disciplinas. Desde 1951 compagina esta labor organizando e impartiendo cursos de Matemáticas Superiores en la Escuela de Ingenieros de Armas Navales, trabajo adicional que es probable consigue gracias a la influencia de Otero, que se había formado en la misma escuela y donde además impartía clases.

Continuó trabajando en aspectos puramente teóricos, publicando en la Revista de la RACEFyN dos artículos. El primero sobre el formalismo canónico (dinámica hamiltoniana) de la teoría de campos, intentando postular una teoría válida para cualquier tipo de campo y de métrica espacial (Ortiz, 1952b).<sup>42</sup> El segundo es sobre el formalismo de Dirac, relacionado con la invariancia relativista en las teorías de campos, donde se establecía una base matemática que permitiera generalizar propiedades aplicando el análisis funcional a casos concretos (Ortiz, 1952c).<sup>43</sup> En estos dos trabajos vemos una vez más su intento de generalizar propiedades de la física teórica y que se encuadran perfectamente en la física matemática moderna de la época. Ortiz no se limita a introducir las teorías vigentes en Física Matemática, sino que intenta aportar novedad abordando de una forma original las posibilidades de las teorías de campos usadas en física teórica.

En este mismo año de 1952 se edita un libro sobre relatividad, firmado conjuntamente por Terradas y Ortiz, que consideramos una de las cumbres de la literatura relativista en España (Terradas y Ortiz, 1952). Al aparecer en una editorial generalista pudiera pensarse que es una obra de divulgación, pero como se demuestra en Soler (2010), donde se realiza un detallado análisis de la obra, es realmente una monografía (también se podría hablar de divulgación de nivel avanzado) que bien pudiera valer como libro de texto universitario. No es un trabajo científico propio de revistas especializadas, pero la parte del análisis histórico que hacen Ortiz y Terradas podría ser perfectamente válida como referencia en Historia de la Ciencia, por el rigor y profundidad de su análisis, lo que también suponía una novedad en nuestro país para esos años.

En realidad, desde 1948 ya venían colaborando los dos científicos para este proyecto, pero a la muerte del primero en 1950, continúa solo Ortiz con la redacción de la obra. Por la escasa correspondencia conservada entre los dos presumimos que en realidad el trabajo de redacción fue de Ortiz, ya que Terradas se encargaba de la selección de los temas para tratar y de la corrección de los manuscritos que le enviaba su discípulo.<sup>44</sup>

---

histórico documental. Es probable que García Fité y Ortiz utilizaran para este trabajo algunos documentos desclasificados, ya que se citan los siguientes: A.E.C. «Nuclear data for low-power research reactors, de 4-12-1950 e «Information concerning low-power research reactors» de 24-11-1950; H. D. Smith «Atomic energy for military purposes» *Rev. Mod Phys.*, 17 (351) de 1945.

42. Reseñado en *Math. Rev.* 16: 777, 1955.

43. Reseñado en *Math Rev.* 16: 777, 1955.

44. Nota de Terradas a Ortiz, 1-6-1948, AROF\_140753; Nota de Terradas a Ortiz sin fecha, AROF\_140785.



El origen del libro hay que situarlo en diciembre de 1946, con la petición que la editorial Espasa Calpe de Argentina hizo a Terradas, por encargo del matemático Rey Pastor (1888-1962), de un extenso artículo para la Enciclopedia Científica que dirigían conjuntamente Rey Pastor y el historiador de la ciencia Desiderio Papp (1895-1993).<sup>45</sup> En algún momento, del que no tenemos constancia, se debió cambiar el proyecto del artículo por el de un libro. Para su elaboración, en enero de 1948 Terradas recomendó a Rey Pastor que fuera una obra conjunta con su mejor alumno: «uno de los que trabaja conmigo es Ortiz, de quien le hablé en otra ocasión, traductor del Neumann, conocedor de la Relatividad, de los *quanta*, alumno excelente y claro expositor de lo que sabe».<sup>46</sup>

### 3. Las oposiciones a cátedras de Física Matemática y la memoria de la asignatura de Ortiz

En 1949 se le presenta a Ortiz la oportunidad para desarrollar la carrera científica que deseaba, cuando se dotó la nueva cátedra de Física Matemática en la Universidad de Barcelona y se convocaron las correspondientes oposiciones. Pero diversas vicisitudes hacen que la convocatoria real se vaya retrasando sucesivamente, llegando a celebrarse antes las de Madrid en 1952, que se convocaron ante el fallecimiento en 1950 de su titular, Esteban Terradas. Ortiz se preparó duramente, con una relación importante de trabajos científicos originales en el ámbito de la Física Matemática, elaborando además una memoria sobre el concepto, método y programa de la asignatura que, aunque permanece inédita, tiene un gran valor sobre los aspectos epistemológicos de esta disciplina. En su círculo profesional y científico próximo era mayoritaria la opinión que las iba a ganar sin dificultades, por ejemplo Leonardo Villena escribía a Ortiz respecto a la cátedra de Madrid «para la cual creo que todos los físicos jóvenes pensamos en tí. No solamente para enseñar Física Matemática, sino para que ayudes a dar vida y continuidad a nuestra carrera».<sup>47</sup>

Fracasó en ambas oposiciones, la de Madrid en 1952 y Barcelona en 1955, consiguiendo las plazas respectivas Rafael Domínguez (1915-2001) y Jesús María Tharrats. Estos dos resultados, que él consideró injustos, le producen una tremenda indignación y desánimo, lo que le lleva a romper definitivamente con la Universidad y disminuir sensiblemente su producción científica. Ortiz sintió que hubo un complot específico contra él; si fue real, no sabemos exactamente las causas. Es posible que, en el caso de las de Barcelona, influyera el hecho de que Ortiz presentó una reclamación oficial ante el resultado de las oposiciones de

---

45. Carta de Editorial Espasa Calpe a Esteban Terradas, 23-12-1946, IEC, *Fons Esteve Terradas*.

46. Carta de Esteban Terradas a Rey Pastor, 17-1-1948. IEC, *Fons Terradas*.

47. Carta de Leonardo Villena a Ortiz, 27-6-1950, AROF\_140813.

Madrid, que se desestimó.<sup>48</sup> Ciertamente es difícil probar algo en este sentido, pero lo que sí es seguro es que Ortiz sentía que había una predisposición negativa hacia él, lo que le hizo no volver a presentarse a cátedra alguna:

«Com que en aquest cas la poca vergonya humana al tribunal i darrera el tribunal ha passat el límit del tolerable, l'universitat per mi s'ha mort. «Ortiz, no»? Doncs bé, ja que ho volem, Ortiz no.»<sup>49</sup>

No sabemos tampoco si en la posible predisposición del tribunal, que insistimos es difícilmente demostrable, hubo connotaciones de tipo ideológico. Efectivamente, Ortiz nunca fue un incondicional del régimen franquista, más bien al contrario, bien es verdad que no se significó públicamente ni a favor ni en contra, pero en su fuero interno era claro su rechazo al régimen por sus ideas próximas a la izquierda y el catalanismo moderados.<sup>50</sup> Lo que también sabemos es que el resultado de las oposiciones de Madrid fue muy comentado en el ambiente universitario, en el sentido de la sorpresa de que saliera elegido Domínguez, frente a la opinión mayoritaria de la mejor preparación de Ortiz y Tharrats.<sup>51</sup>

Desde nuestro punto de vista, uno de los aspectos más interesantes del legado de Ortiz

48. En la votación final para la adjudicación de la plaza, Ortiz obtuvo dos votos y cada uno de los otros tres candidatos uno. Como no se obtuvo la mayoría de tres votos necesaria, se repitió la votación, obteniendo Rafael Domínguez tres votos y Ortiz los mismo dos. En el reglamento vigente se establecía que en caso de que ninguno de los aspirantes hubiera obtenido la mayoría necesaria se debía repetir la votación, pero sólo entre los que hubieran sacado más votos, es decir se debía excluir al resto de candidatos. Por lo tanto según el reglamento la segunda votación tenía que haberse producido solo como Ortiz como candidato y si no hubiera obtenido los tres votos, declararse desierta, que es lo que reclamó Ortiz. Véase expediente oposiciones a cátedra de Física Matemática de la Universidad de Madrid, 1952. AGA (31/5715). Por otro lado, de un análisis de los exámenes se puede deducir una clara inferioridad de Domínguez en cuanto a la memoria de la asignatura (Domínguez, 1952) y méritos previos y una igualdad entre los dos en la parte de exposición de los temas y problemas. Este aspecto requiere de un análisis detallado que se escapa del alcance de este trabajo.

49. Carta de Ortiz Fornaguera a Isidre Polit, 18-I-1956, AROF\_140948. Los expedientes de ambas oposiciones, con los ejercicios y votaciones, se pueden consultar en AGA Educacion 31/18181 y AGA Educación 31/5715.

50. Según testimonio de su hija Teresa Ortiz, en diversas entrevistas a lo largo del año 2012, aunque afirma que en el ambiente universitario se conocían las ideas de Ortiz. Según los tres hijos de Ortiz, Ramón, Montserrat y Teresa, en el resultado de las oposiciones de Madrid no hubo favoritismo hacia Rafael Domínguez, sino un boicot expreso contra su padre, y como resultado del mismo salió elegido Domínguez. Pero por otro lado, tanto D. Rafael Caro como D. Agustín Alonso, que conocieron personalmente a Ortiz, confirman la ausencia de significación pública de Ortiz al respecto.

51. Al respecto se han recogido varios testimonios, en sendas entrevistas. Luis Joaquín Boya, que hizo el doctorado en Barcelona en 1962, recuerda intercambios de impresiones en este sentido en esos años, cuando ya habían pasado diez años. También son similares los de Rafael Caro, José Guasp y Jesús (Chus) Martín en la Universidad de Madrid. Boya es licenciado y doctor en Físicas, ha sido catedrático de Física Teórica en la Universidad de Zaragoza y actualmente es catedrático emérito de la misma universidad. Es presidente de la Real Academia de Ciencias de Zaragoza. Chus Martín, actualmente jubilado, es licenciado y doctor en Físicas, y ha sido catedrático de Física Teórica en la Universidad de Salamanca.

es la memoria sobre el concepto, método y programa de Física Matemática que presentó en las oposiciones de 1952. Este documento, hasta ahora inédito, se presenta ahora en el Archivo Digital Ortiz Fornaguera y supone un documento de indudable valor histórico. Es una obra muy avanzada para la época, con una visión de la Física Matemática universitaria en la que debía predominar la investigación en los asuntos abiertos en esos años, lo que era una total excepción en la universidad española de la época, y con un análisis original de la misma desde el ámbito de la Filosofía de la Ciencia, donde se postula contrario al realismo científico. Recordemos que Ortiz tenía intereses en la filosofía de la ciencia, cursó el primer curso de filosofía, y aquí demuestra conocer bien esta disciplina. Las ideas de Ortiz al respecto coinciden con la interpretación instrumentalista de la ciencia, aunque no cita este término, desconocido entonces en España. En este sentido a Ortiz se le debe considerar un pionero de la Filosofía de la Física entre los físicos españoles.<sup>52</sup>

Además, en esta memoria Ortiz realizó un riguroso análisis de las diferencias entre la Física Teórica y Física Matemática (para lo que se valió de un interesante cambio de impresiones con von Neumann sobre este aspecto<sup>53</sup>). También se plantean las directrices investigadoras que deben establecerse en esta última disciplina, se elabora un ambicioso programa de la asignatura de una modernidad significativa (por ejemplo incluye en detalle la Teoría de Grupos, algo novedoso en esos años en España) demostrando el autor que conoce en profundidad los trabajos actuales en esos años, y se indican los aspectos pedagógicos necesarios para su desarrollo en la universidad. En definitiva, con la ausencia de Ortiz en la Universidad, es obvio que se perdió una gran oportunidad de desarrollar la investigación en Física Matemática en nuestro país, lo que no empezaría casi hasta una década más tarde. Rafael Domínguez, estando bien considerado como profesor y en el área de las microondas, realmente no hizo ninguna contribución en Física Matemática.<sup>54</sup> Tharrats, al poco tiempo de ganar la cátedra de Barcelona, fue a la Universidad de Puerto Rico, por lo que es difícil valorar su influencia en este sentido en España.<sup>55</sup>

---

52. Decimos entre los físicos porque algún filósofo se aproximó en esos años a temas filosóficos de la Física, como Calor París en su obra *Física y Filosofía* de 1952. Para más información sobre el instrumentalismo científico véase Rivadulla (2004: 28-32 y 135-152).

53. Carta de R. Ortiz a von Neumann 1-12-1947 AROF\_140722; carta de von Neumann a Ortiz 10-12-1947 AROF\_140726. Prueba del interés de esta carta es que aparece transcrita en Rédei (2005: 118-119).

54. Respecto a las capacidades de Rafael Domínguez, tanto Ramón Alvarez-Estrada como José Guasp fueron alumnos suyos y le recuerdan como un buen profesor, que se preocupaba expresamente por el carácter pedagógico de sus clases y apoyó mucho a sus alumnos. Véase Alvarez-Estrada y Galindo (2001).

55. Sobre las posibilidades de Tharrats hay diversidad de opiniones. En el entorno de Ortiz no se le consideraba competente, pero en la Universidad de Puerto Rico se le recuerda como un gran profesor (según información suministrada por Carmen Pantoja, profesora de la Universidad de Puerto Rico y que fuera alumna de Tharrats). Además tiene una considerable producción científica.

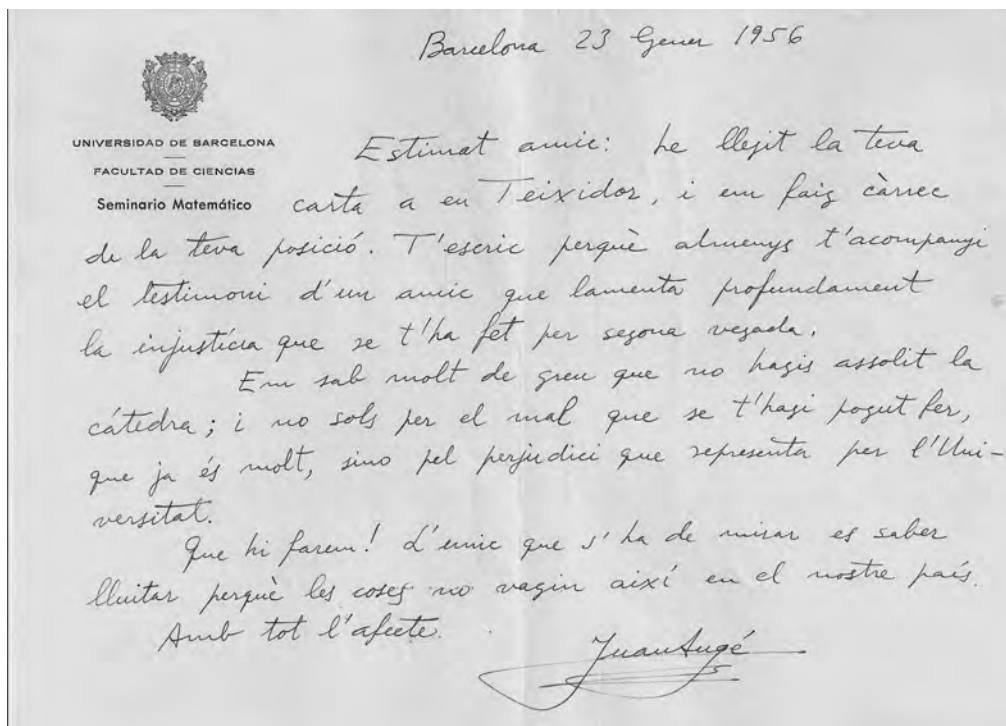


Figura 2. Carta de Joan Augé a Ortiz, 23 enero 1956, sobre el resultado de las oposiciones a cátedra de Física Matemática de la Universidad de Barcelona.

Volviendo al asunto del resultado de las oposiciones, no podemos saber con certeza en qué medida pudieron influir los juegos de poder que sabemos se daban en esos años en torno a las cátedras. La dirección de la JEN tenía clara la necesidad de situar en algunas cátedras a miembros suyos, para establecer los necesarios contactos entre la Universidad y la JEN. Así, Otero consiguió crear cátedras específicas de Física Nuclear para algunos miembros de la JEN.<sup>56</sup> En este juego entraba sin duda las difíciles relaciones entre miembros del CSIC y la Universidad. Evidentemente había otros poderes fácticos en el «asalto» a las cátedras. En la historiografía reciente está analizado este hecho, que afectó especialmente a la adjudicación de cátedras en Derecho y Filosofía, sin que tengamos información suficiente en las de ciencias (Rodríguez, 2002; Sáez Alba, 1974). Hay un testimonio significativo al respecto del juego de poder para la asignación de cátedras: cuando Ortiz duda si presentar-

56. Tanto Otero como Durán negociaban la dotación de nuevas cátedras con las autoridades educativas, directamente o a través de Juan Vigón (presidente de la JEN y que tenía línea directa con el Ministro de Educación), así como la conveniencia de adelantar o retrasar convocatorias a plazas. Esto se puede comprobar por ejemplo en la carta de Otero a Ruiz, 27-6-53, AROF\_140812.

se a la cátedra de Física Nuclear y escribe a Otero en este sentido, tanto Otero como Durán (el vicepresidente de la JEN) le desaconsejan que se presente, entre otros motivos porque habría dos aspirante de la JEN, lo que dicen no era prudente.<sup>57</sup>

Al respecto, conviene recordar que desde las páginas de *Physicalia* (el boletín del Asociación Nacional de Físicos) se denunció, sin citar casos, las arbitrariedades en la dotación de cátedras científicas como impropias de la moral católica (Díez-Alegría, 1957; Redacción *Physicalia*, 1957). Otro ejemplo ilustrativo de la falta de criterio científico en algunas oposiciones a cátedras, es el testimonio del matemático Joan Augé, que en carta privada denunció las arbitrariedades que en su opinión se cometieron en un caso en el que él mismo fue miembro del tribunal.<sup>58</sup>

#### 4. La estancia en Göttingen con Heisenberg en 1953 y 1954

Volviendo al trabajo de Ortiz en la JEN, en enero de 1953 viaja a Göttingen para trabajar en el Instituto Max Planck de Física bajo dirección de Werner Heisenberg, trabajo que se prolongará hasta junio de 1954. Tampoco esta elección fue exclusivamente científica en cuanto a la carrera investigadora de Ortiz. Otero ya había viajado anteriormente a Alemania, estableciendo importantes contactos con científicos alemanes, como Karl Wirtz (1910-1994) y el propio Heisenberg, y era evidente que concedía especial trascendencia a la colaboración con los alemanes, en la que ellos también estaban interesados (Presas, 2000; Romero, 2000; Sánchez Ron, 2010). En este sentido la estancia de los físicos españoles en Göttingen también hay que enmarcarla en el intento de recuperación de la física alemana de postguerra, fomentando las relaciones internacionales y la estancia de jóvenes investigadores en Göttingen, proceso en el que Heisenberg jugó un importante papel (Fernández-Rañada, 2008: 280; Cassidy, 2009: 395). Recordemos los esfuerzos aliados por la desnazificación de la sociedad alemana, proceso que incluyó lógicamente a su comunidad científica y en particular a los físicos. En cuanto a la física teórica y nuclear, a dichos esfuerzos se centraron en la Universidad de Göttingen, al intentar desarrollar un modelo basado en los estándares de las universidades británicas (Hentschel y Rammer, 2001). Aunque el proceso de desnazificación de la física alemana se interrumpió a partir de 1947 con el comienzo de la Guerra Fría (Cassidy, 2009: 393), se mantuvo el programa de fomentar las relaciones internacionales. En efecto, para el caso que nos ocupa, «La colaboración entre España y Alemania estuvo fuertemente influida por la situación política mundial y por los esfuerzos de ambos países de apertura e integración en los foros internacionales» (Presas, 2000: 533). Prueba de que la estancia de los becarios españoles en Göttingen se consideraba beneficiosa en los dos sentidos fue una conversación entre Otero y Heisenberg en un viaje por Europa de Otero

---

57. Carta de Ortiz a Otero, 2-5-1953, AROF\_140889; carta de Otero a Ortiz, 11-5-53, AROF\_140861; carta de Durán a Ortiz, 20-5-53, AROF\_140863.

58. Carta de Joan Augé a Albert Dou, 3-10-58, AROF\_140956.

en 1949, en la que Heisenberg le ofreció su colaboración «en el sentido de auxiliarnos en nuestros proyectos» (Romero, 2000: 517). Más adelante veremos cómo el beneficio fue mutuo, ya que Ortiz fue de ayuda a los científicos alemanes, por las limitaciones que tenían para obtener información relativa a los desarrollos sobre energía nuclear. Hay que recordar la prohibición aliada para que los alemanes realizaran desarrollos que pudieran tener aplicaciones militares. Al respecto, Presas (2000: 582) plantea la hipótesis «de que los científicos alemanes estuvieran interesados en utilizar países tradicionalmente aliados, como era España, para llevar a cabo determinadas investigaciones no permitidas en Alemania, o al menos para tener la posibilidad para ello». Esta hipótesis es factible, como se muestra más adelante señalando correspondencia en la que Ortiz facilita información a los alemanes que éstos tenían dificultades en localizar. Precisamente el aperturismo americano hacia España facilitó estas relaciones. Por ejemplo, sabemos que a Wirtz se le prohibió viajar a España para acudir a actos académicos,<sup>59</sup> pero más adelante la autoridades aliadas flexibilizaron esta postura, lo que indudablemente facilitó las conexiones entre los científicos de ambos países. Parece razonable pensar que esta flexibilización fue consecuencia de la ruptura del citado proceso de desnazificación.



Figura 3. Ramón Ortiz durante su estancia en Göttingen.

En Göttingen, Ortiz trabajó sobre teoría de reactores nucleares y aspectos teóricos de teoría cuántica de campos. Centrémonos ahora en el primer asunto. Los científicos alemanes estaban especialmente interesados en el problema del moderador de neutrones para los

---

59. Carta de Otero a Wirtz 15 octubre 1949, citada en Presas, 2000:547.

reactores. Es conocido que en la reacción nuclear se necesita moderar la velocidad de los neutrones en colisión para favorecer la reacción en cadena. Como moderador se podía usar grafito o agua pesada. A través de la correspondencia de Ortiz en Göttingen, que se irá citando a lo largo de este apartado, podemos deducir que su estancia ahí fue determinante para ayudar a los científicos alemanes en el cálculo de los factores de moderación.

Los alemanes no tenían experiencia en el uso del grafito como moderador, sino en el agua pesada<sup>60</sup>. El motivo es que durante la guerra Alemania usaba las reservas de agua pesada de Noruega, entonces ocupada por los nazis, pero en cambio no disponían de reservas de grafito. También es conocido el fracaso del régimen nazi en conseguir un reactor nuclear (Rañada, 2008), entre otros motivos precisamente por errores en los cálculos de los factores de moderación (este aspecto concreto lo sabemos porque el propio Heisenberg así se lo reconoció a Ortiz).<sup>61</sup>

Ortiz venía trabajando, con el apoyo de Albert Carbó y José Fité, sobre el cálculo de factores característicos de los reactores moderados con grafito y le informaba a Heisenberg sobre los avances. En una de sus cartas, comenta una propuesta suya a Heisenberg:

Le pareció muy bien y me dijo que si tenía en Göttingen los cálculos y los resultados a que había llegado, ya que estaba particularmente interesado en el cálculo de  $f(\dots)$ . Además, discutimos un poco por encima la cuestión del factor  $p$  y los datos publicados por los americanos acerca del particular  $(\dots)$ , datos que al parecer no conocía.  $(\dots)$  En cuanto al problema aquí, confirmó que esperan poder empezar a trabajar en un futuro próximo a base de grafito como moderador.  $(\dots)$  Sin embargo, hablando con uno de los teóricos, el Dr. Lehman, éste me colocó la proximidad un tanto remota todavía, lo que está de acuerdo con el hecho que le indicaba en mi anterior – que por el momento nadie trabaja aquí en este campo. De todas maneras, parece que Heisenberg está interesado en ello y esto bastará si la impresión se confirma.<sup>62</sup>

De estas palabras se puede deducir que en los temas de reactores realmente Heisenberg no ejercía una labor de dirección sobre Ortiz (en cuestiones de física teórica pura sí, como veremos más adelante), es decir la relación entre Ortiz y Heisenberg no era de discípulo-maestro, sino de colaboración y enriquecedora para ambos, de lo que incluso Ortiz presumía:

El problema del cálculo de  $p$  [Ortiz se refiere a uno de los factores característicos de moderación] es ya otro cantar. Como me temía, Heisenberg no había reflexionado so-

---

60. Según información suministrada por Luis Joaquín Boya, quien conoció personalmente a Heisenberg y trató con él temas técnicos y científicos.

61. Carta de Ortiz a Otero 2-5-1953, AROF\_140889.

62. Carta de Ortiz a Otero, 31-1-1953, AROF\_140859.

bre la cuestión – en contra de lo prometido. Es decir se notaba al discutir que improvisaba. De todas manera veremos quien se cansa antes, si él de no «prepararse» el tema o yo de irle con las dificultades que se presentan. Me temo que por esta vez será él.<sup>63</sup> (...) he logrado algunos progresos. No hay que decir que me han sido muy útiles las discusiones con Heisenberg, a pesar de que anda un tanto «despistado» en estas cuestiones y hay que emplear cada vez un cierto tiempo en centrarle en el tema de que se trate.<sup>64</sup>

Desde entonces han sido dos las veces que estuvimos dándole vueltas al cálculo de  $p$  (...) el último día que hablé con él empecé yo en la pizarra y terminamos los dos ante ella. Hora y media. Y tuvo que pensar.<sup>65</sup>

Prueba del interés de Heisenberg sobre estos desarrollos de Ortiz, es que le pidió que impartiera unas conferencias en Alemania sobre este asunto,<sup>66</sup> lo que da idea de la alta valoración que tenía del físico español, destacando especialmente su nivel en matemáticas.<sup>67</sup> Como hemos comentado, Heisenberg le confió a Ortiz que los alemanes no enfocaron bien el problema de los factores característicos durante la guerra. El problema era que los modelos teóricos desarrollados, tanto en Alemania como en Estados Unidos, eran específicos según el tipo de moderador usado. La solución de Ortiz se basó en su visión teórica de dar con una solución general que englobara casos particulares. Esta visión ya la aplicó anteriormente Ortiz en estudios puramente teóricos, pero ahora buscaba una fórmula general para los factores de caracterización válida para cualquier tipo de moderador. Los americanos habían dado con una fórmula exclusiva para un tipo de grafito y Ortiz desarrolló un modelo general que incluía los casos particulares sin más que cambiar unos parámetros asociados al tipo de moderador.<sup>68</sup>

Pero Ortiz no sólo facilitó a los alemanes información técnica sino que también sirvió de intermediario para importación de grafito desde España y para la transformación del óxido de uranio español en metal, proceso que en principio se haría en Alemania:

Hablando con Heisenberg de la cuestión del reactor, tendió un cable en el sentido de transformar aquí el óxido de uranio español en metal. ¿le ha dicho Wirtz algo acerca del particular?. No he llegado a fijar ideas exactamente acerca de las posibilidades que se les ofrecen aquí respecto del uranio y del material para el moderador.<sup>69</sup>

---

63. Carta de Ortiz a Otero, 8-3-1953 AROF\_140881.

64. Carta de Ortiz a Durán 18-3-1953, AROF\_140885.

65. Carta de Ortiz a Otero, 3-4-1953, AROF\_140887.

66. Carta de Ortiz a Otero, 2-5-1953 AROF\_140889.

67. Carta de Aránzazu Vigón a Ortiz, 3-6-54, AROF\_140920; carta de Otero a Ortiz 22-4-54, AROF\_140904.

68. Carta de Otero a Duran, 18-3-1953, AROF\_140885.

69. Carta de Ortiz a Otero 11-6-1953, AROF\_140864.



El problema del óxido de uranio es trascendental en el desarrollo nuclear, de hecho en la JEN había una división específica, la de Metalurgia, y sobre estos asuntos las relaciones con Alemania también fueron importantes (Romero y Sánchez Ron, 2001: 111-112).

Como se ha indicado anteriormente, inicialmente los alemanes se inclinaban por el agua pesada como moderador, pero estuvieron muy receptivos a las ideas de Ortiz respecto al uso del grafito. De hecho, según información del propio Ortiz, con su estancia en Göttingen se planteó en Alemania el viejo debate entre agua pesada y grafito:

Desde luego la cuestión del grafito no está nada clara. Por otra parte, parece que ha resucitado el viejo debate grafito-agua pesada. Quien más explícito se muestra es Heisenberg, pero evidentemente no lo dice todo – como por otra parte es natural. Es cuestión, pues, de esperar.<sup>70</sup>

Sabemos que hasta mayo de 1955 los alemanes no pudieron investigar «oficialmente» sobre energía nuclear (Romero y Sánchez Ron, 2001: 67), por este motivo cobran especial trascendencia las informaciones que iban obteniendo gracias a las estancias de científicos extranjeros y, en este sentido, el caso de Ortiz es especialmente relevante. Por ejemplo Ortiz informa a Otero sobre los temas de conversación con Heisenberg acerca del futuro reactor experimental de los alemanes, y como paso intermedio una pila experimental, para la cual era importante la información técnica que le suministraba Ortiz sobre el grafito:

Hablamos, claro, del futuro reactor alemán. La cuestión del permiso aliado va, dice, más lenta de lo que quisieran. Mientras se dedican a explorar si la industria alemana podrá facilitarles, llegado el momento todo lo que precisan [...] Continúan, por otra parte, pensando en una pila de grafito como pila experimental, dejando para más adelante el construir una con agua pesada como moderador.<sup>71</sup>

Otro ejemplo del interés de los alemanes por el grafito es la siguiente información que Ortiz proporcionaba a Otero:

... por lo que hace referencia al grafito han recibido aquí una cantidad relativamente limitada de nuevo grafito en escamas. Sin embargo, me parece que no disponen del suficiente para hacer una buena determinación de la longitud de difusión». <sup>72</sup>

---

70. Carta de Ortiz a Otero 11-6-1953, AROF\_140864.

71. Carta de Ortiz a Otero 1-10-1953 AROF AROF\_140868.

72. Carta de Ortiz a Otero 6-5-1953, AROF AROF\_140890.

Otro aspecto del trabajo de Ortiz en Alemania fue el análisis y transferencia de información relativa a energía nuclear que se iba desclasificando proveniente de los Estados Unidos y Reino Unido. Ya se ha tratado sobre la importancia de este aspecto durante la estancia de Ortiz en Chicago, pero ahora además Ortiz proporcionaba información a los alemanes, que estos tenían dificultades en obtener.<sup>73</sup>

Fruto de la labor de Ortiz en Alemania fue la presentación en un congreso de Ingeniería Nuclear, celebrado en Ann Arbor (Michigan) en 1954, de una serie de resultados sobre factores de moderación en reactores nucleares. Esta comunicación se correspondía con un trabajo conjunto de Ortiz, Albert Carbó y Tomás Iglesias que posteriormente apareció publicado (Ortiz *et. al.*, 1954b). Carbó e Iglesias eran colaboradores de Ortiz en la JEN, siendo Iglesias, matemático, el especialista en los cálculos. En esos años como apoyo a los cálculos se usaban unas máquinas de cálculo electromecánicas<sup>74</sup> (Caro *et. al.*, 1995: 48). Más tarde se compraría la primera computadora electrónica, lo que trataremos en el siguiente apartado. A este congreso le dio mucha importancia Otero, ya que se trataba del primero internacional de esta índole y consideraba fundamental dar una buena imagen de la JEN, como se deduce de la correspondencia de Ortiz desde Göttingen, con Otero y Albert Carbó principalmente, con la que se puede comprobar el frenético trabajo que tuvieron para preparar la comunicación.<sup>75</sup> Al respecto, es muy interesante, como ejemplo del proceso de creación científica en un grupo de trabajo, la correspondencia entre Carbó y Ortiz, donde se detallan aspectos concretos del avance de los cálculos, con las dificultades, errores de cálculo y posteriores correcciones.<sup>76</sup> La comunicación presentada se valoró muy positivamente en el congreso de Ann Arbor, citándose en un tratado clásico sobre reactores nucleares (Glassstone, 1955: 191), en concreto sobre aplicaciones de los cálculos de criticidad en celdas de uranio-grafito.

Son conocidas las importantes relaciones epistolares entre Otero y Wirtz (Presas, 2000). Pues bien, aunque Wirtz se relacionó más con Sánchez del Río y Aránzazu «Xula» Vigón, Ortiz coincidió en el tiempo de Göttingen con Xula y también estableció relaciones con

73. Por ejemplo carta de Ortiz a Otero 31-1-1953, AROF\_140859 sobre documentos de los ingleses que Ortiz había entregado a Heisenberg y la necesidad de disponer de más información; carta de Ortiz a Otero 3-4-1953, AROF\_140887 donde un científico le pidió de parte de Wirtz información sobre informes canadienses relativos a una pila nuclear; carta de Ortiz a Otero, 2-5-53, AROF\_140889.

74. Para su uso, la JEN contrataba secretarías específicas que ejecutaban las operaciones indicadas por los expertos en cálculo. A estas trabajadoras se les denominaba «maquinistas» y prueba de la importancia que tenían en la asignación de recursos entre los grupos de la JEN es la queja de Albert Carbó por no disponer de una maquinista a tiempo completo para su grupo (carta de Carbó a Ortiz, 10-12-53, AROF\_140878). Para un caso concreto de cómo era el proceso de pruebas de las trabajadoras asignadas a dicha función, véase, carta de Carbó a Ortiz 11-2-1954, AROF\_140891.

75. Cartas de Carbó a Ortiz 11-2-1954 AROF\_140891, 5-3-1954 AROF\_140893, y 31-3-1954 AROF\_140896; Carta de Ortiz a Carbó 22-2-1954 AROF\_140924.

76. Cartas de Carbó a Ortiz 9-5-1954 AROF\_140910, 5-6-1954 AROF\_140921 y sin fecha AROF\_140929.

Wirtz. Este se interesó por los trabajos de Ortiz con Heisenberg sobre los factores de modulación en el grafito<sup>77</sup> y recurrió a él para obtener información técnica diversa.<sup>78</sup> Por otra parte Ortiz se quejaba de Wirtz respecto de su actitud hacia García Fité, al afirmar que tenía un comportamiento de «Herr Professor»<sup>79</sup> ya que en teoría Wirtz dirigía el trabajo de García Fité en Göttingen pero en la práctica, según Ortiz y García Fité, no intervino en nada útil.<sup>80</sup>

Bajo la dirección de Heisenberg también trabajó en aspectos más propios de la física teórica, aunque no tanto como a él le hubiera gustado, como se denota de sus palabras a Otero cuando le informa que Heisenberg le propuso hacer trabajos teóricos: «pero como conozco la opinión de Ud. acerca del particular, le dije que por el momento prefería adelantar algo más en la teoría del reactor».<sup>81</sup> A pesar de esta eterna dicotomía, sacó tiempo Ortiz para sus preferencias teóricas, en concreto sobre un aspecto de la teoría cuántica de campos no lineal de Heisenberg, que a su vez se basaba en resultados del físico americano Schiff (Ortiz, 1955b). El intento de Ortiz consistió en desarrollar matemáticamente la teoría sobre las interacciones en un modelo de la teoría mesónica del núcleo atómico. El problema es que entonces se pensaba en los protones y neutrones como compuestos fundamentales, pero posteriormente se elaboró la exitosa teoría de los *quarks* como componentes fundamentales de las partículas. Este trabajo de Ortiz tuvo una cierta repercusión,<sup>82</sup> apareció en *Nuovo Cimento* en 1955, que en esos años era una revista puntera en física. Pero el hecho es

77. Carta de Ortiz a Otero 11-6-1953, AROF\_140864.

78. Cartas de Ortiz a Otero 3-4-1953 AROF\_140887.

79. Carta de Ortiz a Otero 13-3-1954, AROF\_140895.

80. Carta de Ortiz a Otero 24-2-1954 AROF\_140930. Por Albert Presas, (2000), sabemos que Wirtz dirigió la tesis doctoral a Aránzazu Vigón, y por la correspondencia de Wirtz analizada por Presas se deduce que las relaciones de Wirtz y Carlos Sánchez del Río eran buenas y amistosas. No parece en cambio que esta buena relación se produjera con Ortiz.

81. Carta de Ortiz a Otero 2-5-1953, AROF\_140889. Parece ser que posteriormente Otero, al contrario de lo que hizo cuando Ortiz estuvo en Chicago, no se opuso a que Ortiz trabajara en esta línea. Deducimos esto porque, en sendas cartas, Ortiz le da detalles de su progreso (6-12-1953, AROF\_140876 i 19-12-1953, AROF\_140882). Por otra parte sabiendo de las predilecciones de Otero, parece razonable que el cambio de actitud de éste se debiera a su intención de satisfacer a Heisenberg al máximo, «ya que lo interesante es que Ud. se compenetre al máximo con él [Heisenberg]», carta de Otero a Ortiz 11-5-1953, AROF\_140861.

82. Este artículo se ha citado en 8 ocasiones, desde 1955 hasta 1970 en revistas como *Journal of Mathematical Physics*, *Physical Review*, *Nuovo Cimento* y revistas soviéticas, en artículos sobre teorías de campo no lineal en general, y en particular sobre las interacciones de mesones e interacciones nucleares no lineales. Rafael Caro confirma la importancia de este trabajo de Ortiz y recuerda que algunos científicos extranjeros le pidieron una copia del mismo. A su vez Luis Joaquín Boya, opina que actualmente este artículo es irrelevante porque está basado en una teoría no-lineal de partículas de Heisenberg, que incluso ya estaba desfasada en esos años, pero demuestra que el autor era experto en la variante de la Teoría Cuántica de Campos de Heisenberg. Esta variante eludía las exitosas teorías de renormalización que surgieron anteriormente en Estados Unidos. En mi opinión si alguien es experto en una variante de la TCC es que también lo es en la teoría general, aunque no haya realizado aportaciones al desarrollo de la misma. Por último, desde la Universidad de Moscú se valoraron positivamente las aportaciones de Ortiz en dicho artículo (*Curriculum Vitae* de Ortiz, 1960, AROF\_141070).

que estaba basado en una línea investigadora que posteriormente se abandonaría, en beneficio de las teorías de renormalización, lo que hizo que su posible importancia se diluyera con el tiempo. Ortiz conocía bien dichas teorías, como demostró en las oposiciones de 1952 (Ortiz, 1952a: 89-96) sintetizando los trabajos de Schwinger, Feynman y Dyson de 1949 a 1952. Además, a pesar de que reconocía que las técnicas de renormalización eran poco elegantes, las defendía porque daba solución a problemas de inconsistencia en la Teoría Cuántica de Campos. Sabemos que este trabajo fue una idea sugerida por Heisenberg, ya que el físico alemán, consciente de la valía de Ortiz como matemático, se quiso apoyar en él para plantear y resolver las ecuaciones diferenciales no lineales asociadas al problema. En palabras del propio Ortiz, «el tema que me propuso Heisenberg adquiere mayor complejidad a la vez que se hace más interesante. En esencia se trata de estudiar, de una parte, las propiedades de saturación de la materia nuclear en bloque acudiendo a las «many-body forces» o a campos no lineales y, de otra, las correlaciones en el interior de los núcleos pesados».<sup>83</sup>

Ortiz evidentemente se vio mediatizado por la labor directora de un Heisenberg cuya influencia ya era mayor en cuestiones de organización y política científicas que en líneas punteras de investigación. Recordemos que Ortiz solo podía realizar trabajos teóricos de forma puntual, ya que no era su principal cometido, de esta forma tuvo la mala fortuna de que el desarrollo que hizo gracias a la dirección de una figura mundial fuera en un asunto ya marginal de la física teórica. Heisenberg «luchó» por su teoría no lineal frente a la de renormalización de los americanos y lógicamente se apoyaba en los medios humanos de los que disponía, y uno de ellos que él valoraba era a nuestro protagonista. Parece razonable pensar que Ortiz, aunque conocedor de las teorías de renormalización, no rechazara la propuesta de Heisenberg, ya que su teoría no lineal no estaba totalmente descartada, y es lógico que aprovechara una oportunidad como ésta. Si Ortiz hubiera tenido una carrera exclusivamente teórica, es más que probable que esta línea de investigación hubiera sido una más de las que podía haber desarrollado, y no prácticamente la única, a mediados de los años 1950, en la que pudo demostrar sus capacidades.

Durante su estancia en Göttingen, Ortiz escribió otros dos trabajos, aparte de la comunicación en el congreso de Ann Arbor y el de *Nuovo Cimento*, pero no aparecieron publicados sin que sepamos el contenido y alcance de los mismos. Tenemos conocimiento de esta información por el certificado que realizó Otero sobre la labor de Ortiz en Göttingen.<sup>84</sup>

Merece reseñarse un aspecto de la personalidad de Ortiz, como es su carácter tímido y reservado, hasta el punto que a Otero le preocupaba que le dificultara lo que él consideraba necesarias relaciones sociales en sus estancias en el extranjero.<sup>85</sup> Para Otero estas relaciones

---

83. Carta de Ortiz a Otero 6-12-1953 AROF\_140876.

84. Certificado de trabajos de Ortiz en la JEN firmado por Otero, 17-12-1955, AROF\_141062.

85. Carta de Otero a Ortiz 17-10-1953 AROF\_140869.

eran cruciales para mantener los vínculos con la comunidad científica internacional y facilitar así la incorporación de la ciencia española, y en particular la relativa a la energía nuclear, en el papel que le debía corresponder en la escena internacional. Otero consideraba que este papel debía ser similar al de los países de nuestro entorno. Él era consciente del retraso de España en este sentido, por lo que llegar a ese nivel llevaría tiempo, pero consideraba que a su vez era fundamental para el desarrollo social y económico de España (Otero, 1958: 13-14; Pérez, 2012: 67-69). Esta idea la defendió también en un artículo periodístico de 1965, donde citaba varios de los logros de la ciencia española y de sus protagonistas, entre otros a Ortiz de quien decía que era «considerado hoy en día como una autoridad en métodos matemáticos de teoría de reactores».<sup>86</sup>

En definitiva, para Otero la estancia de los miembros de la JEN en el extranjero no solo tenía un objetivo puramente científico, sino también el fomento de las relaciones para facilitar la conexión internacional española.<sup>87</sup> Sabemos del carácter extrovertido de Otero y hábil negociador que usaba para sus objetivos, su entusiasmo y poder de convicción (Pérez, 2012: 85). En este aspecto llama la atención el contraste de caracteres entre Otero y Ortiz, quizá la única similitud entre los dos fuera su dominio de varias lenguas. Es sabido que el carácter de Otero como políglota le facilitó enormemente sus múltiples contactos internacionales. Pues bien, es más que plausible que Otero se fijara en Ortiz, entre otros aspectos y principalmente por su valía científica, también por ser políglota, al hablar alemán, francés, italiano, inglés e incluso ruso. Como veremos más adelante también le valió a Ortiz esta gran virtud para sus múltiples viajes como experto de la JEN.

## **5. Los años 60: labor de dirección en la JEN, reconocimiento institucional y trabajos individuales.**

La unidad que dirigió Ortiz en la JEN asumió tanto los aspectos teóricos sobre reactores como los de cálculo numérico asociado al diseño y optimización de los mismos, así como la correspondiente aplicación en la computadora digital que se adquirió en 1960 (un Univac SS 90, las primeras de estado sólido basadas en transistores), siendo la primera de esta índole en España.<sup>88</sup> Antes de analizar el trabajo de Ortiz en la JEN, creemos conveniente contextualizar la situación de la Energía Nuclear en España respecto de la escena internacional, en concreto en los dos temas en que trabajó Ortiz, teoría de reactores y cálculo numérico.

En líneas generales, el contexto general del desarrollo nuclear a nivel mundial ya es conocido (Romero y Sánchez Ron, 2001, 67-89). En cuanto al contexto internacional sobre

---

86. Otero «Espléndido resurgir de la ciencia española» Diario YA, 18-7-1965.

87. Por ejemplo, entre otras, cartas de Otero a Ortiz 15-10-1949 AROF\_140776; 14-11-1949 AROF\_140779; 24-2-1953 AROF\_140870.

88. ABC 27-10-1960, pág. 53.

teoría y cálculo de reactores, en España hubo un cierto retraso respecto a los países más significativos, pero tampoco fue determinante ya que, como hemos visto, desde el principio no hubo el aislamiento internacional que se dio en la Física Teórica. El reactor experimental de la JEN entró en funcionamiento en octubre de 1958 (Caro *et, al*, 1995:153), cuando desde principios de la década ya había instalaciones de este tipo funcionando en países como Francia, Reino Unido, Italia. (véase Romero y Sánchez Ron, 2001, 51-89, donde se realiza un estudio comparativo y también Caro *et, al*, 1995, 153-156). En este sentido la clarividencia de Otero fue fundamental para que este retraso no fuera determinante. La ciencia nuclear española paulatinamente se incorporaría a la contrastación internacional con la incorporación a las instituciones internacionales sobre energía atómica, participación en congresos científicos y publicación en medios asociados a dichas instituciones. Así España entró en 1956 en la SEEA (Sociedad Europea de Energía Atómica), creada en 1954; en 1959 en el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), constituido en 1956; también en 1959 en la ENEA (Agencia Europea de Energía Nuclear) que pertenecía a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), cuyas actividades empezarían en 1957; y en 1961 en el CERN, creado en 1953 (Romero y Sánchez Ron, 2001: 83-89). Además, la JEN entró desde sus inicios en 1962 en la EACRP (*European American Committee on Reactor Physics*),<sup>89</sup> una institución centrada en los aspectos científicos y que centralizaba las publicaciones especializadas.

Evidentemente el hecho de que la investigación con fines pacíficos de la física atómica no empezara oficialmente hasta 1953, con el conocido programa de «Átomos para la Paz», permitió que, salvo quizás Estados Unidos (por el proyecto Manhattan de la Bomba Atómica), no hubiera una diferencia sustancial en el desarrollo científico entre los países. De hecho, en la primera conferencia internacional sobre uso pacífico de la energía nuclear, celebrada en Ginebra en 1955, hubo una importante representación española<sup>90</sup> (Romero y Sánchez Ron, 2001: 58). Recordemos también que en el primer congreso internacional sobre ingeniería nuclear de 1954 también hubo participación española. Ciertamente, países como Reino Unido o Francia llevaban una cierta ventaja a España, pero no trascendental para que en un plazo prudencial nuestro país pudiera alcanzar un nivel similar. Evidentemente la incorporación española a los organismos internacionales fue fundamental para este objetivo.

En cuanto a las aplicaciones del cálculo numérico y computacional, la incorporación de la JEN en la escena internacional fue también algo tardía respecto de los países de nuestro entorno, pero tampoco de forma significativa. Las primeras computadoras en Europa se instalaron a principios de los años 50, con sistemas basados en válvulas de vacío, y ya hemos

---

89. Carta del Vicepresidente de la JEN al Director General de Organismos Internacionales 25-5-1962 AGA/Industria (75/8846 1962); Lista de participantes en la Primera reunión de la EACRP 23-6-1962 AGA/Industria 75/8841 1965 305/20.

90. Ortiz no pudo asistir por estaba enfermo con tuberculosis.

visto que en España esto ocurrió unos años más tarde. Además en esa época el avance temporal no era tan espectacular como ahora. De esta forma la producción científica española sobre cálculo numérico y aplicaciones software, sí formó parte desde los años 60 de la escena internacional, como se comprueba por la participación de la JEN en congresos internacionales de la disciplina,<sup>91</sup> la publicación en medios de la EACRP y el nombramiento de Ortiz en 1969 como presidente del correspondiente comité científico de la ENEA (comité en el que anteriormente ya colaboraba asiduamente junto con Tomás Iglesias).<sup>92</sup>

La adquisición de la computadora por la JEN influyó de forma determinante en la nueva reorientación de los intereses de nuestro protagonista, en concreto hacia los métodos matemáticos teóricos asociados al cálculo numérico aplicado a los reactores nucleares. En este aspecto también se puede considerar a Ortiz un pionero en nuestro país, no en cálculo numérico, pero sí en su aplicación al cálculo de reactores.<sup>93</sup>

Sobre el proceso de adquisición de la computadora también tuvo Ortiz un protagonismo relevante, ya que junto con Tomás Iglesias realizó en 1959 visitas a diferentes instalaciones europeas donde había dos tipos de computadoras, la IBM y la UCT de *Remington Rand Univac*. Su informe fue favorable, por razones técnicas, a la UCT, que es la que se adquirió.<sup>94</sup> Posteriormente esta elección no estuvo exenta de polémica por el coste de la adquisición de las librerías científicas.<sup>95</sup> Esta computadora no solo la usaba la JEN, sino que se alquilaba por horas para su uso por otros organismos como el CSIC y el INTA, que tenían que reservar partidas presupuestarias para disponer de «tiempos» de cálculo, lo que suponía ingresos económicos para la JEN. Como responsable de la división, Ortiz tuvo que dedicar parte de su tiempo de trabajo a gestionar estos aspectos, con la correspondientes autorizaciones, relación de tiempos de uso, etc.<sup>96</sup>

91. Carta de Ortiz al Dir. General de la JEN, 12-2-1962 para participación en Simposio de Lenguajes Simbólicos, AGA Industria 75\_8841; carta de Carlos Sánchez del Río al Vicepresidente de la JEN 21-2-1963 para participación en el Grupo de Estudios de Cálculo Electrónico AGA Industria 75\_8857; carta de Ortiz al Dir. de Física y Reactores de la JEN.

92. Comunicación de nombramiento de Ortiz como presidente de Comité científico de librerías de computación de la ENEA, 16-5-1968; AGA75/8992.

93. Al respecto Florentino Briones, discípulo de Tomás Iglesias que a su vez fue colaborador de Ortiz en la JEN, opina que más que pionero, a Ortiz, junto con Tomás Iglesias y Albert Carbó, hay que reconocerle el mérito de iniciar el uso del cálculo numérico para su aplicación en reactores. Briones, actualmente jubilado, es licenciado y doctor en Matemáticas, y trabajó en la JEN como ayudante de Tomás Iglesias, en la división de Física Teórica y Cálculo de Reactores.

94. Ortiz e Iglesias, «Informe de la visita a las instalaciones de cálculo de Milán, Turín, Zúrich y París, Julio 1959, AGA 75/8788. Evidentemente tuvo que haber más motivos (comerciales, económicos, etc.) pero no hemos encontrado información al respecto.

95. Anónimo, «Informe sobre el computador electrónico de la Junta de Energía Nuclear» 7-3-1961, AGA75\_8841.

96. En AGA Industria hay multitud de referencias a lo largo de varios años sobre estas cesiones de uso de la computadora.

En cuanto a la labor de dirección en la JEN por parte de nuestro protagonista, considero conveniente, para contextualizar su trabajo, repasar la organización de la Junta sobre la funciones relativas a la Física. Sabemos que Ortiz fue Jefe de la Sección de Física Teórica de la JEN desde 1954 a 1959, y desde este año Jefe de la División de Física Teórica y Teoría de Reactores.<sup>97</sup> Que sepamos, ya que la información es confusa,<sup>98</sup> hacia 1956 la Física en la JEN se organizaba en torno a dos divisiones, la de Física y la de Reactores. La primera realmente era de Física Experimental y la dirigía Sánchez del Río, la segunda se denominaba también de Física Teórica y Ortiz era su responsable. Desde 1956 se reorganiza la Física en la JEN con una Dirección de Física y Cálculo de Reactores, cuyo responsable era Sánchez del Río, de la que dependían tres divisiones: las de Física (María Aránzazu Vigón), Física Teórica (Ortiz Fornaguera) y Electrónica (Agustín Tanarro Sanz). La de Física realmente era de física experimental y su responsable, Aránzazu Vigón era la persona de confianza de Sánchez del Río. Posteriormente, en 1969 vuelve a haber otra reorganización y la Dirección de Física, de la que seguía encargado Sánchez del Río, seguía con tres divisiones pero dos de estas incluían jefaturas. La estructura era la siguiente: División de Física Experimental (Aránzazu Vigón); División de Física de Reactores (Francisco Verdaguer), con tres secciones (electrónica experimental, espectrometría nuclear, reactores de piscina); División de Física Teórica y Cálculo Numérico (Ortiz Fornaguera), con dos secciones, cálculo de reactores (Guillermo Velarde) y Análisis y cálculo numérico (Tomas Iglesias). Vemos que respecto a los años iniciales de la JEN Ortiz perdió capacidad de influencia respecto a Sánchez del Río, al que se podía considerar el auténtico delfín de Otero en todo lo relacionado con la Física. Al respecto, las relaciones entre Ortiz y su superior Sánchez del Río no eran buenas, existiendo además un cierto recelo profesional entre ambos grupos, el teórico y el experimental.<sup>99</sup> De hecho, posteriormente la parte teórica relativa a partículas elementales la asumió realmente Sánchez del Río y personas de su confianza, entre las que no estaban ninguna del grupo de Ortiz.

En cuanto a las funciones de la división de Ortiz hay que distinguir dos áreas: cálculo numérico y teoría de reactores. La primera consistía en elaborar códigos fuente para introducir en la computadora, fundamentalmente sobre cálculos de distribuciones de flujo para

---

97. Expediente de Ortiz Fornaguera, Archivo RACEFyN.

98. Esta información se basa en dos tipos de documentos: el Archivo de la JEN (actualmente en el Archivo General de la Administración) donde la primera referencia a su organización aparece en un borrador de 1956 sobre la misma (AGA 75/8739 carpeta 40/2, Organización de secciones de la JEN, 1956); el segundo es a través de las Memorias de la JEN, de las que sobre organización el primer año del que tenemos información es de 1965 (Memoria Junta de Energía Nuclear, 1965-66, Archivo del CIEMAT). En Romero y Sánchez Ron (2001:125-127) se proporciona información sobre la división de física pero sin concretar fechas en los cambios organizativos.

99. Esto se deduce de la correspondencia de Ortiz, por ejemplo cartas de Carbó a Ortiz 30-10-1953, AROF\_140873 y 14-12-1953, AROF\_140880; cartas de Rogelio Segovia a Ortiz 6-3-1955 AROF\_140939 y 19-4-1955 AROF\_140941 y contestación de Ortiz 4-5-1955 AROF\_140942. En una ocasión Ortiz afirmó de Sánchez del Río «amb qui no m'uneix cap afecte especial» (carta de Ortiz a anónimo 29-1-1956, AROF\_140954).



grupos de neutrones, cálculos de secciones eficaces, eficacia de blindajes, resolución de ecuaciones de difusión de neutrones y de ecuaciones cinéticas. Sobre estos trabajos Ortiz realizaba labores de coordinación y dirección, ya que a nivel científico él se encargaba de los métodos matemáticos previos al cálculo numérico. Sobre teoría de reactores, las principales funciones de la división fueron las siguientes: análisis de las propiedades físicas del moderador, refrigerante y combustible; desarrollo de un método de cálculo para determinación de constantes de los reactores; estudio de las distribuciones neutrónicas y procesos de termalización de neutrones; cálculos de constantes nucleares; optimización teórica de los reactores de la JEN,<sup>100</sup> formulación matemática de los parámetros fundamentales del reactor para la preparación de los códigos fuentes, etc.<sup>101</sup> Otra de las funciones del grupo fue la participación en las propuestas de modificación del reactor experimental JEN1, desarrollo de modelos teóricos para el seguimiento de la reactividad del reactor de Zorita y estudios cinéticos en el reactor CORAL-I,<sup>102</sup> y análisis teóricos de los experimentos realizados con aceleradores de partículas, de los que la JEN disponía de algunos pequeños. Que sepamos, tampoco creemos que Ortiz tuviera una participación científica directa en este último tema, aunque participó en un simposio específico de aceleradores.<sup>103</sup>

Volviendo a la labor individual de Ortiz, desde 1960 participó activamente en multitud de conferencias internacionales sobre reactores nucleares y física de altas energías, entre las que cabe destacar sus viajes a Ginebra. Gracias a su conocimiento del ruso, participa también en reuniones en la URSS, país del que era admirador en el terreno científico.<sup>104</sup> De esta forma, en 1962 es nombrado delegado español en la recién creada EACRP,<sup>105</sup> asistiendo a la primera reunión de este organismo, de la que preparó un exhaustivo informe.<sup>106</sup> El EACRP centralizó una parte importante de la producción científica mundial sobre física de reactores. Sin duda, la participación española en la primera reunión de este importante organismo internacional es indicativo del buen posicionamiento internacional de la JEN en los años

100. Los reactores experimentales para investigación de la JEN fueron el JEN-I(1958), JEN-II(1967), ARGOS (1961 en Barcelona), ARBI (1962 en Bilbao) y CORAL-I (1968). Para mayor información véase: Caro *et al*, 1995, p. 153-158; Romero y Sánchez Ron, 2001: 157-191; Barca, 2000.

101. Esta información se ha obtenido para el año 1961 del programa de trabajo de la División de Física Teórica y Cálculo de Reactores. AGA Industria 75/8824 carpeta 300/50; y para años siguientes de las memorias de la JEN (Ministerio de Industria, 1966, 1968 y 1970).

102. Memorias JEN 1968-1969.

103. *International Conference on High Energy Accelerators* en Dubna y Moscú, URSS, 4 julio 1963, AGA Industria 75/8857.

104. Según testimonio de D. Rafael Caro y D. José Guasp.

105. Carta del Vicepresidente de la JEN al Director General de Organismos Internacionales 25-5-1962 AGA/Industria (75/8846 1962; Lista de participantes en la Primera reunión de la EACRP 23-6-1962 AGA/Industria 75/8841 1965 305/20).

106. Informe sobre la primera reunión del EACRP. Saclay, del 25 al 27 de junio de 1962, AGA Industria (75/8841 1962 305/20).

60. Durante los siguientes años asistió a innumerables reuniones de la EACRP y congresos científicos sobre reactores nucleares.

Desde 1960 Ortiz publicó principalmente trabajos científicos sobre aspectos teóricos de reactores nucleares, aunque en general se trata de textos asociados a reuniones internacionales sobre física nuclear y de la propia JEN. La mayoría son documentos internos de la EACRP y/o de la JEN. Por ejemplo, trabajó sobre programas nucleares basados en agua pesada, cuyos resultados presentó en un simposio internacional específico sobre este asunto celebrado en Mallorca (Ortiz, 1960), así como sobre ecuaciones cinéticas de neutrones (Ortiz, 1964a).<sup>107</sup> Pero su principal ocupación científica en estos años fue el cálculo numérico y problemas matemáticos asociados al cálculo de reactores. En realidad el principal experto en la operación de la computadora en España era el matemático Tomás Iglesias, que pertenecía a la división de Ortiz. Aunque nuestro protagonista no era experto en el uso de estas computadoras, sí se le puede considerar especialista en aspectos teóricos para aplicación al cálculo computacional. También gestionaba los programas de trabajo relacionados con el análisis numérico, donde se incluían programas informáticos para cálculo de reactores.<sup>108</sup>

Como resultado de su trabajo en esta disciplina realizó varias aportaciones: en una de las reuniones científicas celebrada en Ginebra en 1964 presentó un trabajo conjunto con varios de sus colaboradores sobre esquemas de cálculo en reactores nucleares (Ortiz *et al.* 1965c); en la reunión de la EACRP celebrada en Roma en 1967 hizo lo propio sobre métodos numéricos en cálculo de reactores (Ortiz, 1967a); también realizó una monografía sobre métodos de síntesis en campos neutrónicos (Ortiz, 1967b, 1967c), un trabajo sobre problemas matemáticos específicos relacionados con el mismo tema (Ortiz, 1969b) y otro sobre resolución de la ecuación de transporte por el método de Montecarlo (Ortiz, 1969c).

Estas participaciones y las publicaciones asociadas, especialmente Ortiz (1967a y 1969b, ésta última realmente la presentó en un congreso en 1965) consolidaron a Ortiz como una autoridad en el campo de las matemáticas aplicadas al cálculo de reactores, ya que tuvieron repercusión entre los expertos internacionales sobre reactores nucleares.<sup>109</sup>

Sobre sus trabajos acerca de las ecuaciones de transporte, Ortiz hizo uso de una teoría elaborada por los científicos soviéticos que él introdujo en España, la teoría de la «importancia» neutrónica, también conocida como la «función importancia». A Ortiz cabe así reconocerle el mérito de la introducción en España de esta idea, que consiste en establecer una magnitud que daba cuenta de cómo eran de importantes para la reacción nuclear los neutrones, según su energía y situación, además de la propia cantidad de neutrones en sí

---

107. Este trabajo se publicaría posteriormente en la revista de la RACEFyN, Ortiz (1969a).

108. R. Ortiz. «Programa de trabajo de la División de FT y CR en relación con el proyecto del reactor de 30MW, 16-2-1961» AGA/Industria 75/8824.

109. Según se deduce del *curriculum* de Ortiz para su propuesta de nombramiento en la RACEFyN, Archivo RACEFyN, Expediente Ramón Ortiz Fornaguera.

misma.<sup>110</sup> Rafael Caro aprovechó estas ideas para publicar varios trabajos relacionados con la idea de importancia neutrónica, lo que siempre agradeció a Ortiz. De hecho, en el reactor JEN-2 se hicieron trabajos de determinación de la función importancia, partiendo de la teoría de perturbaciones en reactores nucleares (Memoria JEN 1968-1969: 67).

Además de estos trabajos de coordinación o dirección sobre aspectos de métodos computacionales, no tenemos mucha más información sobre el trabajo de dirección de Ortiz de otros miembros de la JEN. Por ejemplo, sabemos que dirigió las tesis doctorales de Alberto Galindo y José Guasp. La de Galindo versó sobre la teoría de la dispersión cuántica en física nuclear y de partículas elementales<sup>111</sup> (Galindo, 1960). La de José Guasp trataba sobre aspectos matemáticos relacionados con las teorías neutrónicas (Guasp, 1970), sobre los que ya trabajó Ortiz anteriormente (Ortiz, 1967b, c). Ambas tesis doctorales se enmarcan en aspectos de la Física Matemática en los que indudablemente estaba interesado Ortiz.

Un trabajo importante de Ortiz en la JEN fue su cargo, desde 1962, como presidente del Comité Asesor de Seguridad Nuclear (CASN). Este comité estaba formado por miembros de diferentes secciones y se encargaba de emitir informes sobre seguridad en relación con instalaciones nucleares y radiactivas de la JEN. Era preceptivo que cualquier experimento o nuevo proyecto fuera sometido a la evaluación del CASN. Estos informes, que se emitían como consecuencia de las decisiones del CASN, formalmente incorporadas en las actas correspondientes, se elevaban al Presidente de la JEN para su consideración y efecto. Entre los más significativos destacan los cambios de diseño en el reactor JEN1, propuestos por personal de la propia junta, cuyos informes se remitieron a Otero, lográndose que se corrigieran algunos de estos cambios.<sup>112</sup> Otro fue el relativo al accidente de 1970, que consistió en un escape de productos radiactivos hacia aguas residuales que desembocaban en el Jarama, por un error en el proceso de trasvase de líquidos radiactivos. El CASN tuvo que analizar las causas y consecuencias del accidente, recibiendo presiones para emitir un informe favorable a la JEN. Pero Ortiz no las aceptó, manteniéndose fiel a la evaluación que realizaron los técnicos del comité.<sup>113</sup> Este informe se envió al Presidente de la JEN, que entonces

110. Según testimonio de D. Rafael Caro.

111. Galindo afirmaba que su Tesis Doctoral la realizó de forma autónoma, sin dirección científica alguna (Gámez, 2004: 27), pero en la introducción de la tesis se indica que la realizó en la División de Física Teórica de la JEN, y expresa su agradecimiento a Ortiz Fornaguera por «el interés, asesoramiento científico y ayuda de toda índole que constantemente ha puesto en la realización de este trabajo».

112. Según información obtenida en entrevista con D. Agustín Alonso Santos, quien como secretario del CASN era responsable de redactar las actas.

113. Esta información la confirman tanto D. Agustín Alonso como D. Rafael Caro. D. Agustín directamente y D. Rafael opina que, aunque no tiene constancia directa de dichas presiones (no pertenecía al CASN) es seguro que las hubo, y que Ramón Ortiz tenía un sentido muy pronunciado de la honestidad profesional y que es seguro que no las aceptaría. Al respecto también opina José Guasp que era casi unánime entre los profesionales la opinión contraria a la política de silencio de la dirección de la JEN respecto a este accidente.

era Otero, sin que tengamos información sobre el uso final que se hizo del mismo, ya que todo lo relacionado con este incidente se mantuvo con carácter reservado.<sup>114</sup> Realmente Ortiz no participaba directamente en la elaboración de los informes, labor de la que se encargaban los expertos en seguridad nuclear, pero sí era el que daba el visto bueno y los validaba.<sup>115</sup>

Ortiz compaginó todas estas funciones en la JEN con el cargo de vocal del Consejo Nacional de Física por el CSIC, cuyo nombramiento se produjo en 1961, y con la labor de profesor especializado en organismos ajenos a la Universidad. Recordemos que una de las actividades de la JEN en los años sesenta fue la formación en energía nuclear y la organización de simposios en España, aspectos a los que Otero daba mucha importancia (Ordoñez y Sánchez Ron, 1996:206). Así, ocupó una de las cátedras de la Fundación Conde de Cartagena de la RACEFyN, donde impartió durante dos años un curso sobre Teoría de Reactores Nucleares.<sup>116</sup> También fue profesor de algunos cursos de Mecánica Cuántica organizados por el *Instituto de Estudios Nucleares*<sup>117</sup> y de Matemáticas especiales en la Escuela de Ingenieros de Armas Navales.

También hay que considerar su colaboración en la RACEFyN, donde además de impartir cursos se centró en la elaboración de informes sobre propuestas de artículos científicos. Algunos fueron relativos a artículos antirrelativistas en línea con el pensamiento de Palacios, que hacía uso de los medios de la academia para divulgar sus teorías. Evidentemente los informes de Ortiz eran negativos, no tanto por la exposición de principios contrarios a la relatividad, sino por la falta de rigor que Ortiz refutaba con elegancia.<sup>118</sup> La colaboración de

114. Apareció reflejado en prensa algo después del accidente, «La radioactivación de los ríos madrileños» *ABC*, 16 mayo 1971: 47. Años más tarde, por ejemplo, «Los informes secretos del accidente nuclear de Madrid», *El País*, 24 octubre 1994.

115. Actualmente no están disponibles las Actas de la CASN para consulta por los historiadores, según información obtenida por los responsables del CIEMAT.

116. En relación con este curso, Ortiz preparó una monografía sobre teoría de reactores, de la que se imprimió para uso interno un primer volumen, sin llegar a constar como edición oficial. Lamentablemente no se ha localizado este volumen, del que es seguro salió una impresión. Cuando estaba elaborando el segundo volumen falleció, por lo que nunca se ha podido completar esta obra, de la que permanecen perdidos los manuscritos. Entre otros José Guasp fue alumno de Ortiz en estos cursos y recuerda que Ortiz les entregó copia de un manuscrito que no conserva.

117. De estos cursos de Mecánica Cuántica se conserva un ejemplar, AROF\_144618. Agradezco a D. Ramón Álvarez-Estrada, quien fuera alumno de Ortiz en el curso 1965-66, la localización de este documento inédito. Estos cursos estuvieron organizados por el Instituto de Estudios Nucleares, dependiente de la JEN. Los organizaba Carlos Sánchez del Río e incluían Física de partículas elementales, tanto a nivel teórico como experimental y un curso sobre Fundamentos de la Mecánica Cuántica del que se encargaba Ortiz Fornaguera. D. Ramón Álvarez-Estrada recuerda que quedó patente el alto nivel científico de Ortiz así como la dificultad en seguirle, probablemente por el alto nivel de los contenidos. Recordemos que estos cursos eran para recién licenciados en Físicas. Álvarez-Estrada es licenciado y doctor en Físicas, trabajó en la JEN hasta 1975, cuando fue nombrado profesor en la Facultad de Físicas de la UCM. Actualmente es catedrático de Física Teórica en la UCM.

118. Expediente Ramón Ortiz Fornaguera. Archivo histórico de la RACEFyN.

Ortiz en la Academia, que ya venía desde muchos años, se vería correspondida con el nombramiento de académico correspondiente nacional en 1969.

A raíz de su fracaso en las oposiciones Ortiz solo volvió a publicar sobre cuestiones de física teórica en 1964 para rebatir la teoría antirrelativista de Palacios, de lo que siguió un interesante debate público protagonizado por los dos científicos en las páginas de la revista de la RACEFyN. Ortiz refutó las inconsistencias de Palacios, replicándole Palacios desde el mismo medio, con las consiguientes contrarréplicas de cada uno (Ortiz, 1964b, 1965b; Palacios, 1964, 1965). Este debate se analiza en detalle en Soler, 2012.

Aunque la comunidad universitaria en general ignoró la teoría de Palacios, se le tenía mucho aprecio y no se quiso entrar en controversias públicas. ¿Por qué entonces interviene Ortiz en 1964 cuando desde 1955 guardaba silencio en torno a temas de física ajenos a la nuclear? No lo sabemos<sup>119</sup> pero no sería aventurado imaginar que en su fuero interno, más que una réplica concreta a Palacios, Ortiz, de forma subliminal, quisiera atacar a la física española universitaria, que tenía reverencia por Palacios, y con la que Ortiz se sentía muy dolido.<sup>120</sup>

Otro tipo de escritos de Ortiz fueron trabajos de divulgación científica de alto nivel, propios de revistas especializadas, donde destaca uno de 1966 sobre la labor de Rafael Armenteros (1922-2004) relativa a partículas elementales. Armenteros fue un físico experimental de partículas que realizó toda su carrera fuera de España por el exilio de su familia, llegando a dirigir una sección del CERN y considerado una autoridad mundial en su disciplina. El artículo de Ortiz tiene un interés adicional significativo de las relaciones entre ciencia y política, así como del posicionamiento de Ortiz ante el régimen franquista. Como ya se ha indicado anteriormente, que sepamos Ortiz nunca se significó públicamente contra el régimen, aunque en su círculo íntimo sí lo hacía. Eran conocidas sus discusiones políticas con dos de sus amigos, que eran claramente franquistas, Albert Carbó y Tomás Iglesias (lo que no disminuyó el aprecio mutuo que se tenían).<sup>121</sup> Pues bien, Ortiz presenta un artículo para la revista de la RACEFyN que está dedicado en exclusiva a la la-

---

119. Al respecto en Soler (2012) hay un error importante. Se dice que como académico de la RACEFyN Ortiz posiblemente estaba incómodo con el desprestigio que podía implicar para la academia y decidió entonces publicar su réplica. Pero Ortiz fue nombrado académico en 1969, por lo que esa explicación no es válida.

120. Sobre este asunto, D. Rafael Caro señala que, cuando lo conoció y posteriormente trabó amistad con él, constató que más que indignación, Ortiz sentía tristeza porque en el fondo se consideraba universitario. Recordemos el testimonio de Pedro Pascual acerca de la amargura que le produjo a Ortiz el resultado de las oposiciones y su posterior rechazo a la universidad.

121. Según José Guasp, en la JEN se daba lo que se denominó «franquismo sociológico» sin tintes totalitarios, ya que había muchos empleados favorables al régimen (muchos subalternos los había colocado directamente Otero), pero también había otros muchos claramente contrarios, que posteriormente se integrarían en CCOO y UGT. Al respecto Guasp también recuerda sus discusiones políticas con Carbó, que tampoco les impediría apreciarse mutuamente (lo que también ocurrió entre Ortiz y Carbó).

bor de un exiliado, científico español que trabajaba en el CERN y de gran prestigio internacional en física experimental de partículas, que públicamente despotricaba contra el régimen, aunque fuera de las fronteras (Ortiz, 1969c).<sup>122</sup> Además en España en esos años ya se venía trabajando en partículas elementales, por parte del grupo de Sánchez del Río (Caro *et al.* 1995:309-310) pero cuando Ortiz se aproxima a este tema evita citar ninguno de los trabajos que se hacían desde España. Hay que recordar que hubo un cierto malestar en las autoridades españolas cuando el CERN ofreció el cargo al físico español exiliado (Roqué, 2012: 249).

Uno de los mejores legados que nos ha dejado Ortiz es la traducción al castellano, directamente del ruso, del curso de Física Teórica de Landau y Lifschitz. Empezó a realizar esta ingente labor en 1965 y se prolongó hasta su fallecimiento. Ortiz mantuvo una intensa correspondencia con Lifschitz en ruso sobre las particularidades del proceso de traducción de los diferentes tomos.<sup>123</sup> Esta interesante relación no fue sólo epistolar, ya que en 1969, en uno de sus viajes a la URSS relacionado con su trabajo en la JEN, aprovechó para visitar y conocer personalmente a Lifschitz. Como anécdota curiosa, era conocida la admiración de Ortiz por la cultura y ciencia rusas, lo cual le valió algunas bromas de sus compañeros, lo que era síntoma del ambiente de camaradería que se vivía entre los colaboradores de Ortiz, bromas que además se acentuaban porque el militar Alfonso Armada era por entonces responsable de seguridad de la JEN.<sup>124</sup>

Los libros correspondientes al curso de física teórica de Landau y Lifschitz sin duda son un perfecto ejemplo de lo que indica Santesmases: «los libros y las traducciones generan autoridad científica y académica, no solo para quienes los escriben, sino para la propia disciplina» (Santesmases, 2012: 301). Esta acertada reflexión es aplicable al caso de Ortiz, ya que el curso de Física Teórica de Landau y Lifschitz ha sido y es muy conocido entre los estudiantes de Física y de hecho a Ortiz se le conoce como el traductor de Landau. La problemática de las traducciones tiene un interés adicional, como es el de la terminología científica y los neologismos. Sobre este asunto hay una carta muy interesante de Balta Elías en contestación a Ortiz, que le hacía una consulta sobre la conveniencia del uso de ciertos

122. Según testimonio de D. Rafael Caro, en un encuentro en el extranjero entre Armenteros con Tomás Iglesias, a la pregunta de éste sobre cuándo pensaba volver Armenteros a España (ya se estaban produciendo síntomas de apertura con la intención de hacer regresar a científicos destacados), le responde que hasta que no se muriera Franco por supuesto que no, a lo que Iglesias le contestó que entonces se cruzarían por el camino.

123. Esta correspondencia está disponible en AROF desde record 140958 a 140994, originalmente es en ruso. Agradezco a Meglena Todorova y a Rafael Gimeno Xipell su ayuda con la traducción.

124. En una de ellas, una inocentada el 28 de diciembre, según testimonio de Rafael Caro, que también recuerda José Guasp, sus colaboradores falsificaron la firma de Armada en un escrito en el que pedía explicaciones a Ortiz por unas declaraciones supuestamente favorables a la URSS a la vuelta de uno de sus viajes a aquel país. Ortiz se quedó paralizado e incluso fue a llamar a la secretaria de Armada para darle explicaciones, justo antes de que le advirtieran de que todo era un montaje. Después del susto inicial, Ortiz asumió la broma con sentido del humor.

términos nuevos,<sup>125</sup> siendo un buen ejemplo de que la historia de la traducción «es tanto la historia de la circulación de las ideas y de los conocimientos como la de la evolución de las lenguas en que esos conocimientos se han transmitido» (Gutiérrez Rodilla, 1998: 249). Además, una de las dificultades en la transmisión correcta de nuevos conceptos es el de las traducciones indirectas, por lo que hay que destacar la aportación de Ortiz por haber traducido directamente del idioma original, cuando en esos años las obras en ruso se traducían a su vez de la versión inglesa. También su traducción del libro de von Neumann fue directamente del alemán.

Respecto a la valoración de sus publicaciones científicas, ya se ha indicado que la asociada con FT/FM no pudo contrastarse internacionalmente, salvo la aparecida en *Nuovo Cimento*, pero en cambio sí cumplió este requisito sus trabajos sobre cálculo de reactores. Realmente la resonancia de esta producción no se produjo tampoco en el mundo académico/universitario pero sí en el de los profesionales científicos en el marco de la ENEA y EACRP. Ya se ha indicado que Ortiz asistió regularmente a congresos internacionales y a las reuniones de la EACRP, de hecho fue el único representante español en la primera<sup>126</sup> y acabaría ganando gran prestigio internacional en el área del cálculo de reactores,<sup>127</sup> lo que sin duda fue un factor importante para el posicionamiento de la JEN en el exterior. Prueba de este prestigio es que en 1969 fue nombrado presidente de uno de los comités de la ENEA, el *Computer Library Committee*.<sup>128</sup>

A pesar de no haber podido desarrollar la carrera científica que le hubiera gustado, es evidente que Ortiz sintió durante toda su vida auténtica pasión por la física. Sin duda, supo transmitir esta actitud a sus tres hijos, fruto del matrimonio con Teresa Ramis en 1942, ya que todos ellos, Ramón, Montserrat y Teresa, estudiaron Física y actualmente ejercen profesionalmente como físicos. Como reconocimiento a su trayectoria, en 1959 se le concedió la Orden al Mérito Civil y la Cruz del Mérito Naval.

---

125. Carta de Baltá Elias a Ortiz, 6-9-1948, AROF\_140758.

126. Carta del Vicepresidente JEN al Director General Organismos Internacionales 25-5-1962 AGA Industria 75/8846, Carta de Pierre Huet de la OCDE al embajador de España en la OCDE 14-6-1962 AGA 75/8846, Notificación de la OCDE y ENEA de 27-6-1962 AGA 75/8841.

127. De los cinco entrevistados que trabajaron en la JEN, Rafael Caro, José Guasp, Ramón Álvarez y Agustín Alonso coinciden en que Ortiz era una autoridad en métodos matemáticos para el cálculo de reactores nucleares, indicando además que en reuniones internacionales hubo testimonios en este sentido. El otro entrevistado de la JEN, Florentino Briones cree que Ortiz tenía prestigio en el cálculo de reactores, pero en cálculo numérico considera que el pionero en España y mayor experto en esta materia fue Tomás Iglesias.

128. Carta de R. Ortiz al Presidente de la JEN, 16-5-1969 AGA Industria 75/8992.

### **Conclusiones. El legado de Ortiz Fornaguera.**

El análisis de la vida y obra de Ortiz Fornaguera supone no sólo la aproximación a un científico, sino a la propia historia de la Física en España. Evidentemente su más importante legado es su obra científica original, especialmente algunos trabajos teóricos, que si bien no han trascendido suficientemente, son una muestra de un gran rigor metodológico que sirven de perfecto ejemplo para aproximarse a la Física Matemática de su época. Hay que destacar su originalidad e intención de generalizar principios en los cuales los casos conocidos son particularidades de aquellos.

A Ortiz se le debe reconocer su carácter pionero en España por sus investigaciones en Física Teórica, el tratamiento de las Teorías Cuánticas de Campos como divulgación de alto nivel en España, sus ideas propias de la Filosofía de la Física, así como en el análisis de la metodología de la Física Matemática. Posteriormente obtendría reconocimiento internacional como experto en teoría y cálculo de reactores nucleares. También le debemos la difusión de la Física moderna en nuestro país con sus traducciones del famoso libro de von Neumann y del curso de Física Teórica de Landau y Lifschitz.

Además disponemos de un archivo digital de su correspondencia y documentos personales que suponen un patrimonio documental de gran importancia histórica. Sus relaciones epistolares con multitud de científicos son un testimonio de indudable valor para la Historia de la Física en España.

Consideramos que si Ortiz no tuvo más influencia en el devenir de la Física española fue porque sus prometedores inicios en el ámbito de la Física teórica coincidieron con la denominada *Física Autárquica*, donde no se daba prioridad a los aspectos teóricos ni la universidad promocionaba la investigación, lo que no empezó a ocurrir hasta mediados de los años 60. Puede que de esta forma presentemos a Ortiz como víctima de la Historia y la pregunta pertinente es si él no tuvo alguna responsabilidad en este hecho. En nuestra opinión la principal responsabilidad de nuestro protagonista es no haber sabido manejar la frustración que le produjo tanto su fracaso en la universidad como su situación en la JEN, en la que predominaba cierto clientelismo del que Ortiz también formó parte (hemos visto algunas cartas suyas en este sentido, a pesar de su independencia ideológica). Este clientelismo evitó que Ortiz, dentro de la JEN, intentara mayor protagonismo en investigación teórica, pero su desánimo le influyó de forma determinante en este sentido.

En cuanto a aportaciones específicas de este trabajo, concluimos principalmente tres:

- Recuperar la memoria de un protagonista de la Física en España.
- Al basarse principalmente en fuentes primarias y testimonios orales, creemos que aporta ejemplos concretos del devenir de la física teórica y nuclear en España que en general ratifican otros análisis más globales de la historiografía reciente, como por ejemplo la caracterización de la física autárquica en España, la colaboración entre científicos alemanes y españoles en la postguerra, o la influencia de la JEN en la ciencia española.



- Puede servir de base para ulteriores investigaciones que profundicen sobre la información disponible en el archivo personal de Ortiz Fornaguera.<sup>129</sup>

### **Agradecimientos**

Agradezco el interés y generosidad de Teresa Ortiz, Monserrat Ortiz, Ramón Ortiz, Rafael Caro, Agustín Alonso, Andrés Rivadulla, Luis Joaquín Boya, Chus Martín, Xavier Roqué, Ramón Alvarez-Estrada, José Guasp, Florentino Briones, Meglena Todorova, Mercedes Xipell, Gonzalo Gimeno, Rafael Gimeno, Elliot Lieb y Diego Soler.

---

129. Por último, quedaría pendiente analizar documentos que no se han podido consultar y podrían ampliar tanto la información sobre la trayectoria de Ortiz como la disponible sobre la física en España y en concreto sobre la energía nuclear. Por ejemplo, la correspondencia entre Otero y Heisenberg (citada en Presas, 2000:581), el archivo personal de Otero (que actualmente se encuentra en depósito privado, según se indica en Pérez, 2012) o las Actas de la Comisión Asesora de Seguridad Nuclear que se encuentran en el CIEMAT pero a las que no se ha podido tener acceso. Sin duda toda esta información resultará relevante sobre la Historia de la Energía Nuclear en España. Por último, quedaría pendiente analizar documentos que no se han podido consultar y podrían ampliar tanto la información sobre la trayectoria de Ortiz como la disponible sobre la física en España y en concreto sobre la energía nuclear. Por ejemplo, la correspondencia entre Otero y Heisenberg (citada en Presas, 2000:581), el archivo personal de Otero (que actualmente se encuentra en depósito privado, según se indica en Pérez, 2012) o las Actas de la Comisión Asesora de Seguridad Nuclear que se encuentran en el CIEMAT pero a las que no se ha podido tener acceso. Sin duda toda esta información resultará relevante sobre la Historia de la Energía Nuclear en España.

## Referencias

ABBAD y BERGER, M. *Et al.* (1946), *Uranio. Cursos de conferencias*, Memorias del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

ALVÁREZ-ESTRADA, R. y GALINDO, A. (2001), «In memoriam Rafael Domínguez Ruiz-

Aguirre», *Revista Española de Física*, 15 (5), 67-69.

BAIG, M., GIMENO, G. y XIPELL, M. (2012a), «La introducción de la mecánica cuántica en España: las primeras lecciones y los primeros textos» en Nestor Herran y Xavier Roqué (ed.) *La física en la dictadura. Físicos, cultura y poder en España (1939-1975)*, Barcelona, 161-176.

BAIG, M., GIMENO, G. y XIPELL, M. (2012b), «Von Neumann traducido por Ortiz: una obra pionera en la enseñanza de la cuántica» en Nestor Herran y Xavier Roqué (ed.) *ibidem*, 177-192.

BARCA, F.X. (2000), «La política nuclear española: el caso del reactor nuclear Argos», *Quaderns d'història de l'enginyeria*, 4, 12-45.

BARCA, F.X. (2002), *Els inicis de l'enginyeria nuclear a Barcelona. La càtedra Ferran Tallada (1955-1962)*, Tesis Doctoral, UPC, Barcelona.

CARO, R. ed. (1995), *Historia Nuclear de España*, Madrid.

CASSIDY, D.C. (2009), *Beyond Uncertainty. Heisenberg, Quantum Physics, and the Bomb*, Bellevue Literary Press, Nueva York.

DÍAZ, J.I. (2000), «Retos y progresos de la Física Matemática contemporánea a Blas Cabrera» en González de Posada *et. al.* (eds.), *Actas del II Simposio «Ciencia y Técnica en España de 1898 a 1936: Cabrera, Cajal y Torres Quevedo*, Editorial Amigos de la Cultura Científica, Lanzarote.

DIEZ-ALEGRÍA (1957), «Principios morales aplicables en las oposiciones a cátedras», *Physicalia*, 23, 11-12.

DOMÍNGUEZ, R. (1952), *Memoria acerca del concepto, método de exposición y fuentes consultadas para el desarrollo de la asignatura de Física Matemática*, Expediente cátedra de Física Matemática de la Universidad de Madrid, 1952, AGA Educación 31/5715.

DURÁN, A. (1998), «Los orígenes de la Junta de Energía Nuclear», *Revista de la Sociedad Nuclear Española*, 176, 11-14.

FERNÁNDEZ-RAÑADA, A. (2008), *Heisenberg: de la incertidumbre cuántica a la bomba atómica nazi*, 2ª ed. Nivola, Madrid.

GALINDO, A. (1960), *Análisis General de la Dispersión*, Tesis Doctoral inédita, UCM.

GÁMEZ, C. (2004), *El Grupo Interuniversitario de Física Teórica (GIFT): Génesis y desarrollo histórico (1968-1976)*, CEHIC, UAB, Barcelona.

GIMENO, G., SOLER: y XIPELL, M. (2013), «Descripción del Archivo Ramón Ortiz Fornaguera», *Actes SCHCT* en este número.

GLASSTONE, S. (1955), *Principles of Nuclear Reactor Engineering*, Van Nostrand Company, Princeton, Nueva Jersey.

GUASP, J. (1970), *La Función de Green del proceso de termalización de neutrones*. Tesis Doctoral, UCM. (Disponible como documento interno del CIEMAT, IJ0221).

GUTIÉRREZ RODILLA, B.M. (1998), *La ciencia empieza en la palabra. Análisis e historia del lenguaje científico*, Península, Barcelona.

HENTSCHEL, K. y RAMMER, G. (2001), «Physicists at the University of Göttingen, 1945-1955», *Physics in perspective*, 3, 189-209.

HERRAN, N. y ROQUÉ, X. (2012), «Los físicos en el primer franquismo: conocimiento, poder y memoria» en Néstor Herran y Xavier Roqué (ed.), *La física en la dictadura. Físicos, cultura y poder en España (1939-1975)*, Barcelona.

LIEB, E. (1957), «A Non-Perturbation Method For Non-Linear Field Theories», *Proceedings of The Royal Society A*, 241 (1226), 339-363.

LÓPEZ GARCÍA, S.M. (1994), *El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo*, Tesis Doctoral, UCM, Madrid.

MALET, A. (2008), «Las primeras décadas del CSIC: Investigación y ciencia para el franquismo» en: Romero, A. y Santesmases, M.J. (eds.) *Cien años de política científica en España*, Fundación BBVA, Bilbao, 211-256.

- MINISTERIO DE INDUSTRIA (1966), *Memoria 1964-65 Junta de Energía Nuclear*, Madrid.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA (1968), *Memoria 1966-67 Junta de Energía Nuclear*, Madrid.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA (1970), *Memoria 1968-69 Junta de Energía Nuclear*, Madrid.
- NIETO-GALÁN, A. (2012), «Miguel Masriera (1901-1981) y la divulgación de la «cultura atómica» en la España de Franco» en Néstor Herran y Xavier Roqué (ed.) *La física en la dictadura. Fisicos, cultura y poder en España (1939-1975)*, Barcelona.
- ORDÓÑEZ, J. Y SÁNCHEZ RON, J.M. (1996), «Nuclear energy in Spain: from Hiroshima to the sixties» en Forman y Sánchez Ron (eds) *National military establishments and the advancement of science and technology*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 185-213.
- OTERO CARVAJAL, L.E. (2006), *La destrucción de la ciencia en España. Depuración universitaria en el franquismo*, Editorial Complutense, Madrid.
- OTERO NAVASCUÉS, J.M. (1958), «Panorama y problemática de la investigación científica en España», *Arbor*, 145, 1-14.
- PALACIOS, J. (1964), «Sobre una nueva teoría de la relatividad. Réplica del artículo del Sr. Ortiz Fornaguera», *Rev. R. Acad. Ciencias de Madrid*, 58, 417-430.
- PALACIOS, J. (1965), «La axiomático relativista. Réplica a los comentarios del Sr. Ortiz Fornaguera», *Rev. R. Acad. Ciencias de Madrid*, 59, 447-460.
- PÉREZ, C. (2012), *José María Otero Navascués*. CSIC, Madrid.
- PIÑEIRO, M.R. (2006), «Los convenios hispano-norteamericanos de 1953», *HAOL Historia Actual On line*, 11, 175-181.
- PRESAS, A. (2000), «La correspondencia entre José M. Otero Navascués y Karl Wirtz, un episodio de las relaciones internacionales de la Junta de Energía Nuclear», *Arbor*, 659-660, 527-601.
- PRESAS, A. (2007), «Las ciencias físicas durante el primer franquismo» en Puig-Samper ed. *Tiempos de investigación. JAE-CSIC cien años de ciencia en España*, CSIC, Madrid, 299-303.
- REDACCIÓN PHYSICALIA (1957), «Sobre las oposiciones», *Physicalia*, 25, 13-14.
- RÉDEI, M. ed. (2005), *John von Neumann: Selected Letters*, History of Mathematics, v 27, American Mathematical Society, ed Board.
- RIVADULLA, A. (2004), *Éxito, razón y cambio en física*, editorial Trotta, Madrid, 2004.
- ROCA, A. y SÁNCHEZ RON, J.M. (1990), *Esteban Terradas. Ciencia y técnica en la España contemporánea*, INTA ed. Del Serbal, Madrid.
- RODRÍGUEZ, C. (2002), *La Universidad de Madrid en el primer franquismo. Ruptura y continuidad (1939-1951)*, Ed. Dykinson, Madrid.
- ROMERO, A. (2000), «Un viaje de José María Otero Navascués. Los inicios de la investigación de la energía nuclear en España», *Arbor*, 167 (659-660), 509-525.
- ROMERO, A. (2012), «Energía nuclear e industria en la España de mediados del siglo XX. Zorita, Santa María de Garoña y Vandellòs I» en Néstor Herran y Xavier Roqué (ed.) *La física en la dictadura. Fisicos, cultura y poder en España (1939-1975)*, Barcelona, 45-63.
- ROMERO, A. y SÁNCHEZ RON, J.M. (2001), *Energía Nuclear en España. De la JEN al CIEMAT*, CIEMAT, Madrid.
- ROQUÉ, X. (2012), «España en el CERN (1961-1969), o el fracaso de la física autárquica» en Nestor Herran y Xavier Roqué (ed.) *La física en la dictadura. Fisicos, cultura y poder en España (1939-1975)*, Barcelona, 239-258.
- SAEZ ALBA, A. (1974), *La ACNP, la otra cosa nostra*, ediciones Ruedo Ibérico, París.
- SÁNCHEZ RON, J.M. (1990), «La Física Matemática en España: de Echeagaray a Rey Pastor», *Arbor*, 532, 9-59.
- SÁNCHEZ RON, J.M. (1991), «John von Neumann y los Fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica» en J.V. Neumann, *Fundamentos matemáticos de la mecánica cuántica*, Textos Universitarios nº 9, CSIC, Madrid.
- SÁNCHEZ RON, J.M. (2010), «Relaciones científicas entre España y Alemania en física, química y matemáticas». En Sandra Rebok (coord.) *Traspasar fronteras: un siglo de intercambio científico entre España y Alemania*, CSIC, Madrid, 291-325.

SANTESMASES, M.J. (2012), «Conocimiento y autoridad: comentarios sobre la física en la dictadura de Franco» en Néstor Herran y Xavier Roqué (ed.) *La física en la dictadura. Fisicos, cultura y poder en España (1939-1975)*, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 295-310.

SANZ, L. (1997), *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997*, Alianza Editorial, Madrid.

SOLER, P. (2012), «La Teoría de la Relatividad en España: el debate en torno a la constancia de la velocidad de la luz y su base experimental en los años 1960», *Llull*, 35 (76), 381-401.

SOLER, P. (2010). *La Teoría de la Relatividad en la Física y Matemática Españolas*, Tesis Doctoral, UCM.

VALERA, M. y LÓPEZ, C. (2001), *La Física en España a través de los Anales de la SEFQ 1903-1965*, Universidad de Murcia.

## Apéndice 1

### Trabajos originales de Ramón Ortiz Fornaguera

La mayoría de los trabajos aparecen en el archivo digital AROF o son fácilmente localizables. Se indica expresamente los que no se han podido localizar.

(1937), «Inquietudes (alrededor del problema cosmológico)», *Urania*, 193 (27), 136-138.

(1940), «Sobre la determinación de una órbita sin hipótesis alguna relativa a la excentricidad», *Boletín del Observatorio Fabra. Sección Astronómica* 3 (nº 1 a 7, 1936-1942), 5-7 (fechado en dic 1940).

(1943), «Introducción a la Geometría Proyectiva» y «Sobre la construcción de la geometría. Nota histórica» en Crusat Prats, *Geometría plana y del espacio*, Bosch-Casa Editorial, Barcelona.

(1946), «Acerca de algunas nociones fundamentales en teoría de la elasticidad», *Anales de Física y Química*, 42, 581-608.

(1947a), *Los espacios métricos en óptica electrónica*, Tesis Doctoral para el grado de Doctor en Ciencias Físicas.

(1947b), *Introducción al estudio de la mecánica cuántica*, Pub. de la Sociedad Anónima Cros, Barcelona.

(1948a), *Introducción a la teoría corpuscular de la luz*. Monografías de Ciencia moderna, nº. 13, Instituto «Daza de Valdés» de Óptica, CSIC, Madrid.

(1948b), «Acerca de unas fórmulas de Picht en óptica electrónica», *Anales de Física y Química*, 44A, 70-79.

(1948c), «Acerca de una propiedad de los operadores estadísticos», *Anales de Física y Química*, 44A, 462-467.

(1948d), «Acerca de la translación de los puntos en los espacios de conexión afín», *Rev. Mat. Hispano-Americana*, 8, 3-20.

(1948e), *Los espacios métricos en óptica electrónica*, Memorias de la R. Acad. Cien. Madrid.

(1948f), «Densidades escalares y leyes de conservación», *Anales Soc. Esp. Física y Química*, 44-A, 327-338.

(1949a), *Los espacios locales en el modelo proyectivo relativista de Pauli*, Inédito. Trabajo presentado

para las oposiciones de cátedra de Física Matemática por la Universidad de Barcelona (Sin localizar<sup>130</sup>).

(1949b), *Fundamentos matemáticos de la Mecánica Cuántica* de J. von Neumann, versión española de Ortiz Fornaguera, Instituto de Matemáticas «Jorge Juan», CSIC, (reedición en 1991, Textos universitarios nº9, CSIC).

(1950), «La poesía de Maragall», Inédito, conferencia impartida en el Ateneo Hispánico de la Universidad de Chicago en 1950.

(1951a), «Aspectos elementales de la representación de interacción», Inédito, trabajo presentado para las oposiciones de cátedra de Física Matemática por la Universidad de Madrid en 1952. (Sin localizar).

(1951b), en colaboración con GARCÍA FITÉ, *Teoría elemental de la Pila*, primera parte de García Fité (Teoría en régimen estacionario), segunda parte de Ortiz (Cinemática de la Pila), inédito, EPALÉ.

(1952a), *Sobre el concepto y los métodos de la Física Matemática*, Inédito, memoria presentada para las oposiciones de cátedra de Física Matemática por la Universidad de Madrid en 1952.

(1952b), «Sobre la varianza de las magnitudes en el formalismo canónico», *Rev. Acad. Cien. Madrid*, 46, 137-156.

(1952c), «El análisis funcional con relación al formalismo de Dirac para sistemas dinámicos localizables», *Rev. Acad. Cien. Madrid*, 46, 315-346.

(1952d), En colaboración con TERRADAS, *Relatividad*, Espasa Calpe Argentina, Buenos Aires.

(1954a), «El porvenir económico de la energía nuclear. I Problemas Técnicos», *Arbor*, nºs 103-104, 427-447; «II El problema de los costos», *Arbor*, 105-106, 1-22.

(1954b), En colaboración con A. CARBÓ y T. IGLESIAS, «Calculation of the Characteristic Factors of a Uranium-Graphite Lattice», *Nuclear Engineering. Chemical Engineering Progress*, Symposium Series, nº 12, 50, 88-95.

---

130. Viene relacionado en algún currículum del propio Ortiz y en el expediente de dichas oposiciones (AGA-Educación) pero no está ni en dicho expediente ni en archivo familiar. Lo mismo ocurre con el documento (1951a)

(1955a), *Sobre el concepto y los métodos de la Física Matemática*. Apéndice C. Inédito. Memoria presentada para las oposiciones de cátedra de Física Matemática por la Universidad de Barcelona en 1955.

(1955b), «On some general properties of static solutions of Schiff's equations», *Il Nuovo Cimento*; 1955-1965, 1, 132-138.

(1955c), *Las ecuaciones fundamentales de la Relatividad General*, manuscrito inédito sin fecha (Hemos puesto 1955 por creer que debió ser aproximadamente en esos años).

(1957), «El problema de la criticidad», *Ciclo de conferencias de información nuclear, por profesores de la JEN. Cátedra Ferrán Tallada*, Escola Especial d'Enginyers Industrials, Barcelona, gener 1957 (No localizado)<sup>131</sup>

(1960), «Heavy water in heavy-water based nuclear power programmes», *EAES Enlarged Symposium on Heterogeneous Heavy Water Power Reactors*, Mallorca, Oct. 1960 (CONF-4J 0-1) (No localizado).

(1961), *Tres conferencias sobre nociones fundamentales en física nuclear*, Inédito

(1962), *Teoría de Reactores Nucleares*, vol I, inédito. (1962?) (No localizado).<sup>132</sup>

(1963), «On the role of small computers in nuclear reactor calculations», *EACRP-18* (No localizado).

(1964a), «On the derivation of the conventional neutron kinetic equations», *EACRP-L-48* (No localizado).

(1964b), «Sobre una nueva teoría de la relatividad», *Rev. Acad. Cien. Madrid*, 58, 399-415.

(1964c), *Notas sobre fundamentos de Mecánica Cuántica*, borrador mecanografiado inédito, corres-

pondiente al curso sobre Mecánica Cuántica del Instituto de Estudios Nucleares.

(1965a), «Comentarios a dos recientes artículos de J. Palacios», *Rev. Acad. Cien. Madrid*, 59, 439-446.

(1965b), *Mathematical Methods in Theoretical Reactor Physics*, mayo 1965 (Borrador inédito).

(1965c), en colaboración con G. VELARDE, R. CARO, J.L. DE FRANCISCO, A. BRU, «Dos esquemas de cálculo de reactores nucleares», *Conf. Ginebra 1964*, vol. 2, 241-249.

(1966), «Partículas y resonancias», *Rev. Acad. Cien. Madrid*, 60, 233-245.

(1967a), *Numerical Methods for reactor calculations*, *EACRP-U-24* (8ª Reunión de la European American Committee on Reactor Physics, Roma, 6-10 febrero 1967), European Nuclear Energy Agency, OECD, Paris.

(1967b), *Métodos de síntesis en campos neutrónicos. Parte A El principio de variación en la síntesis de campos neutrónicos*, JEN (Documento interno FTCT-60).

(1967c), *Métodos de síntesis en campos neutrónicos. Parte B Casos particulares. Métodos no variacionales*, JEN (Documento interno FTCT-61).

(1968), «Radiactividad y reacciones nucleares» *Enciclopedia Labor, vol. X: Avances del saber*, 235-276, Editorial Labor, Barcelona.

(1969a), «On the derivation of point neutron kinetic equations», *Rev. Acad. Cienc. Madrid*. 63, 45-66.

(1969b), «Reactor Mathematics problems», part. IV of *Review of Reactor Physics Problems*, *EACRP-A-105*. (No localizado).

(1969c), «La función importancia en la resolución por Montecarlo de la ecuación de transporte», Borrador inédito.

(1970), «Métodos numéricos en cálculo de reactores», *Energía nuclear*, 14 (65), 251-267.

(1972), en colaboración con T. IGLESIAS y G. VELARDE, «Informática automatización y computadores», *Energía Nuclear*, 16 (58), 100-117.

(1974), «Reactor physics activities in Spain» en *Reactor physics activities in OECD countries*, *NEACRP-L-111*, Nuclear Energy Agency Committee, june 1973-may 1974, 133-134.

131. Esta referencia se indica en Barca (2002)

132. Es bastante probable que el documento de 1961, borrador mecanografiado, sea parte de esta obra, ya que trata en detalle temas de fisión nuclear y reactores nucleares. La referencia de esta monografía viene en un borrador de *currículum* de Ortiz (AROF\_141070), donde se indica que recoge las conferencias dadas en la RACEFYN durante los cursos 1960-61 y 1961-82, indicando que se estaba preparando la correspondiente edición. No consta que se llegara a editar.

## Traducciones

Sólo se cita la 1ª edición, todas las traducciones son del inglés, excepto las del Curso de Física Teórica (Landau, Lifshitz, Berestetsjii, etc), las de Levich, que lo son del ruso, y la de von Neumann que es del alemán.

(1947), J. von Neumann, *Fundamentos matemáticos de la Mecánica cuántica*, Madrid, Publicaciones del Instituto de Matemáticas «Jorge Juan», 1949 (Nuevas Gráficas).

(1949), E.T. Bell, *Historia de las Matemáticas*, Fondo de Cultura Económica, México.

(1952), Schurr, Sam H. y Marschak, Jacob. *Aspectos económicos de la energía atómica*. Fondo de Cultura Económica, México.

(1966), L.D. Landau y E.M. Lifshitz, *Teoría Clásica de Campos. vol 2 del Curso de Física Teórica*, Reverté, Barcelona.

(1967), L.D. Landau y E.M. Lifshitz, *Mecánica cuántica no-relativista. vol 3 del Curso de Física Teórica*, Reverté, Barcelona.

(1969), L.D. Landau y E.M. Lifshitz, *Física Estadística vol 5 del Curso de Física Teórica*, Reverté, Barcelona.

(1971), V.D. Berestetskii, E.M Lifshitz, L.P Pitaevskii. *Teoría cuántica relativista. Parte 1, vol 4 del Curso de Física Teórica*, Reverté, Barcelona.

(1971), E.M Lifshitz, L.P Pitaevskii. *Teoría cuántica relativista. Parte 2, vol 4 del Curso de Física Teórica*, Reverté, Barcelona.

(1971), E. H. Wichmann, *Física cuántica. Curso de Física Berkeley*. Reverté Barcelona.

(1972), Segrè, Emilio, *Núcleos y partículas : introducción a la física nuclear y subnuclear*, Reverté, Barcelona.

(1974), B.G. Levich, *Curso de Física Teórica. Vol 1. Teoría del campo electromagnético. Teoría de la Relatividad*, Reverté, Barcelona.

(1974), James H. Smith, *Introducción a la relatividad especial*, Reverté, Barcelona.

(1974), B.G. Levich, *Curso de Física Teórica. Vol 3 Mecánica Cuántica* Reverté, Barcelona.

(1976), B.G. Levich, *Curso de Física Teórica. Vol 2. Física Estadística. Procesos electromagnéticos de la materia*, Reverté, Barcelona.

(1981), L.D. Landau y E.M. Lifshitz, *Electrodinámica de los medios continuos, vol 8 del Curso de Física Teórica*, Reverté, Barcelona.

## Informes de trabajo en la JEN <sup>133</sup>

(1959), En colaboración con Tomás Iglesias, «Informe de la visita a las instalaciones de cálculo en Milán, Turín, Zurich y París», julio de 1959, AGA Industria 75/8788-1959, AROF AJ59\_1

(1961), «Programa de trabajo de la División de Física Teórica y Cálculo de reactores para 1961 en relación con el proyecto del reactor de 30 MW», 11 marzo 1961. AGA Industria 75//8824-1961 300/50, AROF AJ61\_2.

(1962), «Informe sobre la primera reunión del EACRP. Saclay, del 25 al 27 de junio de 1962», AGA Industria 75/8841-1962 305/20, AROF AJ52\_15.

---

133. Lo más probable es que hubiera más, pero estos son los localizados en el AGA como firmados por Ortiz Fornaguera.