

José María Otero de Navascués Enríquez de la Sota, Marqués de Hermosilla y Contralmirante Ingeniero de la Armada, de origen navarro, nació en Madrid el 16 de marzo de 1907 y murió en la misma capital el 9 de marzo de 1983. Perteneció a aquella generación española que incorporó a España a la corriente científica universal. Autor de muchos y notables trabajos de investigación sobre diversos puntos de la óptica geométrica, física, fisiología y sobre energía nuclear, Otero descubrió en 1942 la miopía nocturna. El asunto de la miopía nocturna fue vital en la Segunda Guerra Mundial. En un combate aéreo, el piloto que antes distinguiera al enemigo tenía una ventaja definitiva, y lo mismo sucedía en el mar. En la agudeza visual de los prismáticos y periscopios estaba la clave de todo. La importancia del hallazgo fue extraordinaria pues, de haberse conocido su descubrimiento, se hubiera podido ganar el 66 % de agudeza visual.

Académico numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales a los 37 años, Otero fundó el Instituto de Óptica “Daza de Valdés” del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y se le puede considerar como el padre de la energía atómica española, siempre destinada a usos pacíficos. Al respecto fue presidente de la Junta de Energía Nuclear de 1958 a 1974, creándose durante su mandato el primer reactor español, el reactor de la Moncloa (1958); la primera fábrica de uranio española, la fábrica “General Hernández Vidal” de Andújar (1960); y la primera central nuclear española, la central “José Cabrera” de Zorita (Guadalajara) (1968). Otero fue además presidente del Consejo Supremo de la Federación Internacional de Hombres Católicos (FIHC) en 1954, presidente de la Sociedad Europea de Energía Atómica en 1965, presidente del Comité Internacional de Pesas y Medidas en 1968, y gobernador del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) en 1969.

Historia

ISBN 970-722-406-1



9 789707 224063

P
Y
V

JOSE MARIA OTERO DE NAVASCUES ENRIQUEZ DE LA SOTA,
MARQUÉS DE HERMOSILLA • Juan Ramón de Andrés Martín

JOSÉ MARÍA OTERO DE NAVASCUÉS ENRÍQUEZ DE LA SOTA, MARQUÉS DE HERMOSILLA

La baza nuclear y científica del mundo
hispanico durante la Guerra Fría



Juan Ramón de Andrés Martín



Unidad Académica Multidisciplinaria
de Ciencias, Educación y Humanidades



Instituto de Investigaciones
Históricas

PLAZA Y VALDES

P
Y
V

EDITORES

JOSÉ MARÍA OTERO DE NAVASCUÉS ENRÍQUEZ
DE LA SOTA, MARQUÉS DE HERMOSILLA

*La baza nuclear y científica del mundo hispánico
durante la Guerra Fria*

**José María Otero de Navascués
Enríquez de la Sota,
Marqués de Hermosilla**

*La baza nuclear y científica
del mundo hispánico durante
la Guerra Fría*

Juan Ramón de Andrés Martín



Unidad Académica de Estudios e Investigaciones
de Ciencias Exactas, Físicas y Matemáticas



Instituto de Investigaciones Históricas



Primera edición: 2005

- © Juan Ramón de Andrés Martín
- © Universidad Autónoma de Tamaulipas
- © Facultad de Ciencias, Educación y Humanidades
- © Instituto de Investigaciones Históricas
- © Plaza y Valdés, S. A. de C. V.

Derechos exclusivos de edición reservados
para Plaza y Valdés, S.A. de C.V. Prohibida
la reproducción total o parcial por cualquier
medio sin autorización escrita de los editores.

Plaza y Valdés, S. A. de C. V.
Manuel María Contreras, 73. Colonia San Rafael
México, D. F., 06470. Teléfono: 5097 20 70
editorial@plazayvaldes.com

Francesc Carbonell, 21-23 Entlo.
08034 Barcelona, España
Teléfono: 9320 63750 Fax: 9328 04934
pyvbarcelona@plazayvaldes.com

ISBN: 970-722-406-1

Impreso en México / *Printed in Mexico*

Índice

Siglas	9
Antecedentes familiares	11
Carácter	15
Pensamiento católico	21
Pensamiento científico	29
Comienzos	33
Actividad en la óptica	35
Actuación católica	51
Actividad en la energía nuclear	63
Creación de la Junta de Energía Nuclear	63
Presidencia de la Junta de Energía Nuclear	87
Actividad en el desarrollo científico y en la metrología	123
Legado	143
Honores y condecoraciones	151
Obra	155
Cargos	156
Escritos	157
Bibliografía	165

Siglas

Aciemat	Archivo del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales Tecnológicas
ADJON	Archivo de Javier Otero de Navascués
AEC: CEA	Atomic Energy Commission
CEA: AEC	Comisión de Energía Atómica
CERN	Centre Européen pour la Recherche Nucleaire
CMSA	Colegio Mayor Santiago Apóstol
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
EDF	Electricité de France
EPALE	Estudios y Patentes de Aleaciones Especiales
JEN	Junta de Energía Nuclear
LTIEMA	Laboratorio y Taller de Investigación del Estado Mayor de la Armada
OCAU	Obra Católica de Asistencia Universitaria
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica

Antecedentes familiares

El Marquesado de Hermosilla fue concedido por Felipe V el 28 de agosto de 1711 a Diego Antonio de Noriega y Castejón, natural de Madrid, Caballero de la Orden de Santiago y Regidor perpetuo de Madrid. El Real despacho fue extendido el 8 de octubre de 1732, a favor de su hijo Diego José de Noriega y Alvarado, natural de Hermosilla, Ayudante de Dragones del Regimiento de la Reina y Caballero de la Orden de Santiago, en la que ingresó el 16 de junio de 1706.¹

Sus armas son en campo de oro, una torre de piedra, de su color natural, a cuya puerta hay un caballero armado, superado de su águila, de sable, y sobre las almenas un ángel con la cruz de Pelayo en sus manos. Su lema es: *Angelus. Pelagio et suis victoriam*. Nuestro personaje, José María Otero de Navascués, nacido en Madrid el 16 de marzo de 1907, heredó el título el 2 de diciembre de 1961.²

Sus padres fueron María del Pilar de Navascués y de la Sota, nacida en Zaragoza el 8 de mayo de 1877, apadrinada

¹ Alberto y Arturo García Carraffa, *Enciclopedia heráldica y genealógica hispano-americana*, Madrid, 1925, 88 vols. Voz "Noriega".

² *Elenco de grandezas y títulos nobiliarios españoles*, Hidalguía, Madrid, Instituto Salazar y Castro (csic), 1998.

por Antonio Cánovas del Castillo, Presidente del Consejo de Ministros. Casó en Zaragoza el 25 de julio de 1903 con Santiago Otero Enríquez, Caballero de la Real Maestranza de Zaragoza y natural de León.³ Su padre, Marqués de Hermosilla, general e historiador, tuvo una gran cultura y fue un magnífico conversador.⁴ Otero, nacido en la madrileña calle de Alarcón (en el mismo barrio de la calle Alfonso XII, donde vivió después toda su vida) fue también sobrino de los duques de Terranova.⁵

Otero, siendo capitán de artillería de la Armada, se casó el 5 de agosto de 1939 con María Teresa Domínguez Aguado, nacida en Madrid el 23 de octubre de 1917 e hija del capitán de fragata Fernando Domínguez V. Quirós, en la capilla del Pazo de San Lorenzo (Santiago de Compostela) de los duques de Soma. “Los novios, *que sufrieron todo el periodo de dominación roja*, habían hecho la promesa de venir a celebrar sus esponsales en la ciudad del Apóstol, en acción de gracias por salvarse de las hordas, aprovechando esta circunstancia para ganar las gracias del jubileo jacobeo”. Apadrinaron a los contrayentes la marquesa de Hermosilla y el padre de la novia. Entre los testigos que firmaron el acta figuraron: el duque de Terranova; el duque de Medina de las Torres; el rector de la Universidad Compostelana, Carlos Ruiz del Castillo; el director de la Escuela de Ingenieros Industriales, José Antonio Artigas; el alcalde de Santiago, marqués de Figueroa; y el oficial de la escolta de S.E. el Generalísimo, Jaime Miralles.⁶

³ García Carraffa, *Enciclopedia*, “Navascués”.

⁴ Leonardo Villena, “José María Otero, un científico internacional”, en *ARBOR*. 1983, t. 115, núm. 450, p. 95.

⁵ ADJON.

⁶ ADJON.

ANTECEDENTES FAMILIARES

Sus hijos fueron: María Paz Teresa Otero Domínguez, nacida en Pamplona el 9 de septiembre de 1940 y casada en Madrid el 25 de abril de 1964 con Eckhard Pause Karsten; Santiago Otero Domínguez, nacido en Madrid el 25 de marzo de 1943 y casado en Sevilla el 20 de noviembre de 1974 con María Pilar Martín de Oliva y Frois; María del Pilar Otero Domínguez, nacida en Madrid el 27 de octubre de 1944; José María Otero Domínguez, nacido en Cintruénigo, Navarra, el 14 de agosto de 1946 y casado en Krefeld, Alemania el 22 de febrero de 1972 con Andrea Mayer Reppen; Isabel de Portugal Otero Domínguez, nacida en Madrid el 3 de marzo de 1948 y casada en Lyon, Francia, el 22 de diciembre de 1975 con Alfred Daniels; Teodora Otero Domínguez, nacida en Madrid el 1 de diciembre de 1949; Virginia Otero Domínguez, nacida en Madrid el 16 de septiembre de 1951; Fernando Otero Domínguez, nacido en Madrid el 26 de mayo de 1953; Álvaro Otero Domínguez, nacido en Madrid el 19 de noviembre de 1954; Margarita Otero Domínguez, nacida en Madrid el 15 de junio de 1956; Francisco de Borja Otero Domínguez, nacido en Madrid el 17 de septiembre de 1959; y Francisco Javier Otero Domínguez, nacido en Madrid el 6 de noviembre de 1962.⁷

⁷ *Elenco de grandezas...*, 1988.

Carácter

Luis Mira describe a Otero de esta forma:

Alto, moreno, de amena conversación sencilla, de una bondad que rebosa y capta al interlocutor, dotado de amplios conocimientos, no sólo técnicos, sino humanísticos e históricos, el señor Otero tiene merecidos sus triunfos. Nada en él es espectacular, pero todo delata la integridad de una vida consagrada al trabajo y al bien. No fuma, apenas si bebe, baila bien como buen marino, fue en otro tiempo un buen jugador de golf... Este es don José María Otero Navascués.¹

Otra impresión: Otero era

alto, algo cargado de hombros. Cabeza ancha. Cincuenta años. Habla rápido, apretujando algunas sílabas en el centro de las palabras largas, como si le ocupasen demasiado espacio en su tiempo escaso. Parece tener una gran memoria. Me cita constantemente nombres de científicos extranjeros, publicaciones, con-

¹ Luis Mira, "El señor Otero Navascués, eminente figura científica y hombre de gran actividad apostólica", *ADJON*.

gresos internacionales. No se detiene casi nunca a pensar mis preguntas. Habla como de una abundancia que almacenara a flor de labios.²

En lo que coinciden, sin lugar a dudas, aquellos que conocieron a Otero era que tenía una “asombrosa capacidad de trabajo”,³ una “tenacidad inquebrantable”,⁴ una “memoria prodigiosa”,⁵ un “carácter naturalmente avasallador”⁶ y una “personalidad arrolladora donde su simpatía y vitalidad se aliaban a una inteligencia, imaginación y tenacidad singulares”.⁷ No era extraño, pues, que Otero expusiera y defendiera sus opiniones con “obstinada vehemencia”,⁸ con un “atrevimiento, en este país de sanchos, de mantener su postura hasta el fin y aún más allá”.⁹

Además

su dominio de los idiomas modernos y su minuciosidad nos forzaban a iniciar cualquier tema con un total dominio bibliográfico. Su gran intuición le permitía anticipar los resultados y sugerirnos el dispositivo experimental para demostrarlos. Su honestidad,

² “Conversación con don José María Otero Navascués, director del Instituto Daza Valdés, de investigación óptica”, en *Ya*, 24 de marzo de 1957.

³ “Entrevista a Antonio Colino”, en Rafael Caro *et al.*, *Historia nuclear de España*, Madrid, Sociedad Nuclear Española, 1995, p. 75. Eran muchas las tareas que impulsaba Otero con un esfuerzo que “cuatro o cinco cabezas no habrían podido igualar” (Villena, *op. cit.*, p. 104).

⁴ Octavio Roncero, “Investigación con talante español”, en *Arriba*, 5 de octubre de 1969.

⁵ Caro, *op. cit.*, p. 63.

⁶ Villena, *op. cit.*, p. 107.

⁷ Caro, *op. cit.*, p. 63.

⁸ Armando Durán, “In Memoriam”, en *Energía nuclear*, núm. 142, marzo-abril de 1983.

⁹ Octavio Roncero, *op. cit.*

vertida en la ciencia, nos llevaba a insistir en los experimentos hasta estar seguros y a rectificar cuando era necesario. Así puede resumirse su incansable interés por las cosas y por las personas, y su enorme y constante esfuerzo por la innovación científica y tecnológica de España.¹⁰

Una de las características principales de Otero fue su imaginación para emprender nuevas tareas. Sirve como botón de muestra la siguiente anécdota: cuando un día el predecesor de Otero en la presidencia de la JEN, el General Eduardo Hernández Vidal, preocupado con el seguimiento de varios proyectos en curso que planteaban problemas económicos y de personal, apareció Otero para proponerle una nueva idea. El General escuchó y respondió con una orden tajante: “Otero, no piense más”.¹¹

¹⁰ Villena, *op. cit.*, p. 108.

¹¹ Carlos Sánchez del Río y Sierra, “José María Otero y la energía nuclear”, en *Homenaje al Excmo. Sr. D. José María Otero de Navascués: sesión necrológica celebrada el día 20 de abril de 1983*, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, La Academia, 1983, p. 28. “...Otero fue un hombre dotado de un fuerte impulso creador y una esclarecida inteligencia. Dio vida y norte a las investigaciones de óptica en España, cuyos estudios no habían alcanzado hasta entonces suficiente presencia. Pero esta vocación suya, que logró realizar, no satisfacía la apetencia de más superiores logros, y en momentos difíciles, con habilidad y visión de futuro, puso la primera piedra de la investigación nuclear en España que desarrolló con amplitud y eficacia y fue origen de la promoción española en la vía energética que se hacía novedad en el mundo. Supo escoger con acierto en una y otra de sus dos grandes empresas a los hombres que habían de ser más tarde excelentes colaboradores, hoy deudores a su entrega, y la obra creció hasta alcanzar ese límite en que la crítica airea los defectos inherentes a toda gran realización, y oculta los aciertos tangibles y los frutos evidentes, marginando en el olvido al creador” (“Intervención del Presidente de la Academia Manuel Lora Tamayo”, en *Homenaje...*, p. 32).

En opinión de Durán, hay tres hechos clave en la trayectoria profesional y vital de Otero: 1) El reconocimiento de su valía y, como consecuencia, el desempeño de puestos destacados. 2) La permanencia en centros de investigación en España y fuera de sus fronteras. 3) Sus relaciones internacionales. Desde estos tres puntos de vista

puede ser fácil encontrar los orígenes de la confianza y la seguridad en sí mismo, de su *talante para ejercer la autoridad*, del tesón para llevar a cabo los proyectos, del predominio de las cualidades creadoras sobre las realizadoras, de su defensa a ultranza de la investigación promoviéndola en todas las ocasiones en las que pudo hacerlo y de la necesidad de una relación de los Centros nacionales con los extranjeros.¹²

Otro de los aspectos más notables de la personalidad de Otero fue su “visión amplia y científica de las relaciones científicas”:

Los españoles fuimos universales en los siglos de las grandes hazañas y sufrimos de provincialismo en la época de la decadencia nacional. Otero, como los grandes de otros tiempos, fue español hasta la médula, pero *universal y cosmopolita*. Viajero infatigable y bien dotado para las relaciones humanas, consiguió que los españoles tuviéramos acceso a cualquier centro científico de Europa o América. Y lo consiguió durante unos años de aislamiento internacional de España y en un dominio tan sensible políticamente como era entonces cuanto tenía relación con la energía atómica. (...) Este espíritu abierto y la idea clara de la *necesidad de que España participase en la ciencia universal*

¹² Armando Durán Miranda, “Contribución de José María Otero a la óptica”, en *Homenaje...*, p. 23.

CARÁCTER

fue extraordinariamente beneficioso. Jamás negó una beca para ir al extranjero ni una bolsa de viaje para asistir a un congreso. Consideró siempre bien gastado el dinero destinado a que los estudiosos españoles se relacionasen con sus colegas extranjeros y fue generoso cuando las peticiones que le hacíamos se referían a cuestiones muy poco relacionadas con la energía nuclear propiamente dicha.¹³

¹³ Sánchez del Río, "Otero", 28.

Pensamiento católico

Otero fue “hombre de gran sentido moral y profunda religiosidad”. Acaso por ello, los que “siempre excluyentes” no admitían la “superioridad ajena en sus dogmáticas valoraciones” lo “silenciaban al no formar en sus filas, a un tiempo aprovechadas y oponentes”.¹

Otero fue severamente crítico con el mundo moderno que rodeaba por entonces a la España católica de Franco, y esto no procedía sino de un compromiso muy serio y vigoroso con sus profundas convicciones católicas. Otero descifró perfectamente el origen de la “era mecanicista” y la “sociedad en buena parte apóstata y paganizada” que les rodeaba y acosaba, al cifrarlo en la “era mecanicista comenzada en el siglo XIX” y un “origen más profundo”, en la “apostasía de parte de la cristiandad, provocada por la escisión protestante del siglo XVI”. Igualmente, se mostraba certero en las consecuencias que estaba trayendo la misma con las “devastaciones ideológicas, y después materiales, de las guerras y de los odios enconados”,² a la vista de las dos guerras mundiales y las distintas

¹ “Intervención”, pp. 32-33.

² Otero, “Universitarias católicas cultivadoras de las Ciencias”, 1948, ADJON.

ideologías totalitarias como el nazismo, el fascismo y, sobre todo, el comunismo.

Según Otero, el ateísmo estaba operando a “escala mundial”. De esta manera sociedades como la familia estaban a punto de desaparecer, “arrolladas por las corrientes materialistas y neo-paganas que atentan contra las costumbres”; el orden social se encontraba “perturbado por la acción del socialismo y comunismo”; y la Iglesia, privada del apoyo del poder civil —“su defensor natural”— estaba servida por un clero “demasiado escaso e impotente para penetrar en medios cerrados a la acción sacerdotal”. Por esta razón Otero, muy lejos de un criticismo estéril o un inmovilismo indefenso, llamaba a la acción de los movimientos seculares, pues con “urgencia” los estaba llamando el “Dueño de la mies evangélica”. El seglar debía ser un “testimonio de Cristo” que, echando fuera el “lastre liberal y antisocial que hemos heredado”, solucionara los problemas sociales, siguiendo las normas de la doctrina social de la Iglesia. También le incumbía la misión de defender los derechos de la Iglesia y procurar que el mundo moderno no diera la espalda a “valores tan fundamentales como el reconocimiento de la persona humana y sus derechos”.³

Certeramente Otero explicaba cómo el “binomio hombre de ciencia-ateo militante” había desaparecido pudiendo considerarse que el positivismo, materialismo, racionalismo y cientifismo eran cosas del pasado. Aún más, al igual que Pío XII, pensaba que la “verdadera ciencia, a medida que avanza, va descubriendo más claramente a Dios, como si él estuviese esperando detrás de cada puerta que la ciencia abre”. Las

³ “Hemos preguntado. Presencia y acción del seglar en España. Contesta: J. María Otero Navascués”, en *Revista de la Institución Teresiana*, junio de 1962.

razones para este relajamiento de la tensión entre ciencia y fe había que buscarlas, en primer lugar, en los fracasos de la ciencia, singularmente de la Física, que habían hecho que la postura del científico fuera “mucho más humilde” que hace 100 años. Había cesado el “significado mítico” de la mecánica, en particular por la teoría de la relatividad, que había demostrado que la mecánica clásica no era más que un esquema muy coherente de una serie de fenómenos.⁴ Al profundizar más y más en el estudio de los fenómenos, surgía un “valladar infranqueable para conocer la esencia íntima de los mismos”. El “terrible” principio de la indeterminación ponía un “límite inexorable a nuestros conocimientos” y los “adherentes al evolucionismo absoluto, pierden posiciones de día en día”.⁵ No cabía duda de que lo que se sabía en ese momento del mundo físico y cosmológico se dejaba encuadrar mucho mejor en un “esquema creador” que cuando la física se apoyaba en un

⁴ José María Otero de Navascués, “Cualidades humanas desarrolladas en el ejercicio de la investigación científica”, publicado en la revista *ARBOR*, núm. 253, Madrid, csic, enero de 1967, pp. 34-35. “Se han ido para siempre los tiempos en que se pretendía que la Ciencia se separara de la Religión, época que tenía su ápice en el cambio de siglo, cuando la Física imbuida de una filosofía mecanicista, creía que con el descubrimiento de las leyes que rigen los fenómenos naturales era superfluo un Ser Divino que ordenase y hubiese fijado de antemano todas estas leyes que, en su armonía, no son sino el reflejo de la Sabiduría Divina. Era la época en que, con petulancia, se afirmaba que el conocimiento de las leyes físicas permitiría fijar *a priori* el curso de los fenómenos; era la época para las Ciencias Naturales, de Darwin y de los famosos experimentos de Pasteur, que demostraban inconclusamente que, allí donde no había vida, no se podía generar por causas exclusivamente materiales (...) Hoy, la Ciencia más que nada nos acerca a Dios y, así, ocurre que, mientras en el siglo pasado abundaban los científicos que la soberbia de sus descubrimientos les había llevado al ateísmo, hoy, por el contrario, son raras las figuras cumbres de la Ciencia Universal no creyentes” (Otero, “Universitarias católicas cultivadoras de las Ciencias”, 1948, *ADJON*).

⁵ Otero, “Universitarias católicas...”, 1948, *ADJON*.

espacio y un tiempo absolutos, y en una materia indivisible e indestructible.⁶

Como vemos, Otero era un entusiasta defensor de que la auténtica ciencia sólo podía ser la ciencia cristiana. De hecho, en un artículo suyo, Otero expuso ordenadamente la correspondencia que existía entre las distintas virtudes cristianas y las que debía asumir el científico. Según Otero la actitud de los más insignes científicos del siglo XX era la de la “humildad”:

Humildad ante esas decepciones de la ciencia, que trata de explicarnos todo y al final es poca cosa lo que nos explica; humildad ante lo infinito y desconocido que se abre ante el científico cada vez que arrancamos algunas partículas de lo desconocido. (...) Humildad, en fin, para el investigador creyente ante la obra inmensa de Dios, que el estudioso únicamente puede desvelar en pequeños detalles.⁷

El investigador que se preciara de tal nombre había de practicar también la caridad:

...hay que afirmar que esta solidaridad y espíritu fraterno de los hombres de ciencia de todo el mundo es un fenómeno que hay que considerar como providencial, y que ha de constituir, con la gracia de Dios, un vínculo de fuerza extraordinaria para soldar el amor de los hombres. Este espíritu de caridad se muestra también en la ayuda al que empieza y a veces —y esto es más difícil— en

⁶ Comentaba Otero que el magisterio de la Iglesia nunca había condenado el progreso científico y técnico. El Papa Juan XXIII, en su *Mater et Magistra*, lo recordaba al indicar que la Iglesia “ha enseñado y enseña siempre que el progreso científico y técnico, y el bienestar material consecuencia de él, son bienes auténticos que marcan un paso importante en el progreso de la civilización cristiana” (Otero, “Cualidades...”, 1967, pp. 34-35).

⁷ Otero, “Cualidades...”, 1967, p. 28.

dejar el camino libre y ceder el paso a aquellos discípulos que en el desarrollo de sus actividades han superado al maestro. Para el investigador creyente, y más para el cristiano, la caridad se ejerce al contemplar la obra del Creador y al sentir la insigne distinción de que Este consienta desvelarle por primera vez aspectos desconocidos de su plan grandioso.⁸

La justicia había de adornar también la tarea de todo investigador:

Justicia de dar a cada cual lo suyo, de poner de manifiesto la prioridad ajena en un hallazgo o descubrimiento, de poner de relieve con todo su peso lo que ellos han aportado. Justicia que muchas veces cuesta trabajo poner en práctica, al comprobar que nuestra tarea de años, cuando estamos a punto de dar a luz un hallazgo que podría llenarnos legítimamente de orgullo, viene a tierra al publicar unas semanas antes, tal vez sólo unos días, un investigador de otras latitudes lo que tanto trabajo nos costó hallar. Y esto sin habilidades ni subterfugios, hecho noblemente y con alegría, ya que el ejercicio de la ciencia exige un *fair play* inequívoco.⁹

El espíritu ascético era otra de las virtudes que habían de adornar al hombre de ciencia católico: “*Ascesis* en el sentido de que el ejercicio de su tarea investigadora ha de ser para él premio fundamental y no ha de esperar halagos ni retribuciones del mundo y la sociedad. Vida ascética que hoy día, con este mundo mecánico y pagano, casi va siendo una compañera inseparable del hombre dedicado a la investigación en ciencia pura”.¹⁰

⁸ Otero, *idem*, p. 29.

⁹ Otero, *idem*, p. 29.

¹⁰ Otero, *idem*, p. 30.

La esperanza había de acompañar también a las tareas investigadoras: “El científico es fundamentalmente un optimista que ha de pensar que sus preguntas a la naturaleza han de tener una respuesta clara y satisfactoria. El científico ha de tener fantasía y ha de usar los modelos y las hipótesis de trabajo como una parábola que traslaticiamente encierra la verdad científica buscada”.¹¹

También *la templanza* había de ser virtud del investigador: “Éste ha de saber concentrarse en su trabajo, no dispersándose de él en la busca superficial de un enciclopedismo hoy día prácticamente pasado de moda y que ha de ser un lastre para una tarea científica seria. Ha de tener templanza, no ha de dejarse desbordar por un apetito desordenado de saber, y ha de saber renunciar a honores, cargos y actividades que le separen de su tarea científica”.¹²

Según Otero, quien no había actuado como investigador, no podía darse cuenta del grado de fortaleza que era preciso tener para llevar a cabo una tarea investigadora: “Fortaleza que haga que proyectemos investigaciones y las emprendamos, sabiendo que muy posiblemente nuestra vida no permitirá llevarlas a término. Fortaleza y paciencia inasequibles al desaliento al comprobar que después de varios años de trabajo tenemos que volver al punto de partida. Fortaleza al darnos cuenta de que nuestro trabajo ha sido ya coronado con éxito por el miembro de otra escuela. Fortaleza para seguir un camino, desechando cuanto pudiera separarnos de él. Y todas estas virtudes han de ir coronadas por una fe de sentirse instrumentos de Dios y que él nos ha llevado a esta tarea de investigador para santificarnos y difundir su reino por el mundo”.¹³

¹¹ *Idem.*

¹² Otero, *idem*, p. 30.

¹³ Otero, *idem*, pp. 30-31.

Aún más, dado que en el mundo presente se carecía de una “fuerza moral” dependiente de unas “normas morales ligadas a una religión positiva”, por desgracia sólo el “temor a la represalia” impediría una guerra nuclear cuyas “apocalípticas consecuencias” serían “espeluznantes”:¹⁴ “Se trata pues de una terrible encrucijada, que la providencia de Dios ha dispuesto que tenga que resolver el hombre del siglo xx. Esperemos que lo resuelva en sentido positivo”.¹⁵ Otero precisó finalmente que la única forma de evitar el peligro de la bomba atómica era que el “hombre volviera a los mandatos de la ley natural y la ley divina, y se sintiera sujeto de nuevo a las leyes de Dios”.¹⁶

¹⁴ Aurora Rodríguez, “Interviú con D. José María Otero Navascués”, abril de 1960, *ADJON*.

¹⁵ Roger Jiménez-Monclus, “La investigación atómica espera a los universitarios españoles”, en *Gaceta Universitaria*, 15 de febrero de 1963.

¹⁶ En las conferencias del cuarto curso sobre *La guerra moderna* que se celebraron en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias, Otero pronunció una titulada *Los efectos de las bombas termonucleares*. Otero advirtió, sin embargo, que la JEN no tenía entre sus tareas específicas el estudio de las armas atómicas, pero sí estudiaba el efecto de las radiaciones. Explicó Otero que los efectos de las nuevas bombas que hicieron estallar los EU y la URSS en los años 1954-1956 eran, desde el punto de vista explosivo, mil veces más potentes que los de las bombas de Hiroshima y Nagasaki. Si se trataba de explosiones cerca del suelo podían impregnar el polvo y los residuos en cantidades que podían llegar a ser del orden de los 100 millones de toneladas. Este polvo radiactivo podía tardar en caer a la tierra desde días hasta meses y años, con una distribución que dependía de los vientos en las altas capas de la atmósfera, por lo que la zona infectada podía ser extraordinariamente grande. Otero analizó el supuesto que llevó a cabo el gobierno americano el 15 de junio de 1955 en el que se partió de la explosión de 61 bombas atómicas de tamaño y potencia explosiva que oscilaba entre 20 mil toneladas de trilita y cinco millones, y que caían sobre 60 ciudades americanas. En las grandes ciudades se consideró que 38% de la población moriría, repartiéndose por igual las víctimas entre los efectos explosivos de la bomba y los efectos radiactivos, y que 23% más sufriría heridas de importancia diversa. Se estimó también en dicho ensayo que el

Finalmente, Otero consideraba conciliable que la mujer pudiera conciliar el cultivo de la ciencia con su dedicación a la creación de una familia tradicional. Dado que en España la mujer había conservado más que el hombre los “tesoros de la fe” y de un “cristianismo vivido y practicado”, aparte del “peligro que entraña el salir del arca sellada del hogar para entrar en lucha en un ambiente no desprovisto de asechanzas de todo orden”, existía la “gran ventaja de que ese perfume de espiritualidad cristiana” invadiera la profesión, en la que al mismo tiempo se fuera “portaestandarte” y se lograran “triumfos espléndidos por la causa de Dios”. “Nuestras jóvenes universitarias católicas —comentaba Otero—, de fe tan sincera, han de emprender esta profesión con estos fines sobrehumanos, de que el estudio de las Ciencias Exactas Naturales les ha de permitir descubrir nuevas muestras de la sabiduría infinita del Creador y, para ello, su feminidad, su recato, su afán del detalle, de la armonía y del orden, son cualidades de máxima importancia”.¹⁷

ataque dañaría 11 millones de viviendas y dejaría sin albergue a 25 millones de personas (“Don José Otero Navascués en la cátedra General Palafox disertó sobre *Los efectos de las bombas termonucleares*”, *ADJON*).

¹⁷ “Hay otro aspecto del papel de la joven universitaria católica, que conviene no dejar olvidado y es el caso, no raro, en que encuentre el compañero de su vida entre los compañeros de universidad y de profesión. ¡Qué perspectiva de colaboración y trabajo fecundo en el estudio de la naturaleza para una pareja cristiana unida en este estudio, como marchan con la bendición de Dios unidos en la vida! Varios casos conozco ya en que a las dulzuras de la vida del hogar cristiano, se une la no pequeña de participar la esposa en los afanes y en las tareas del marido, bien directamente en el laboratorio, o si no, con su aliento, sus observaciones, su ánimo siempre dispuesto y sus oraciones. Por ello hay que considerar que entre las tareas que puede escoger una muchacha católica desde un punto de vista profesional, pocas procurarán un goce espiritual tan profundo como el estudio de la naturaleza y, en él, y por él, encontrarán nuevas formas de orar y dar gracias a Dios” (Otero, “Universitarias católicas...”, 1948, *ADJON*).

Pensamiento científico

Como ya hemos señalado, para Otero la tarea del investigador era “tal vez la actividad humana que más nos acerca a la Divinidad”: “En efecto, cada hecho nuevo, cada nuevo fenómeno que el investigador descubre o intuye, es un don divino que le permite abismarse, como primicia y premio extraordinario, en profundidades todavía no conocidas del grandioso plan de la Creación y ahí radica el verdadero premio del investigador”.¹

Desde esta misión trascendente que asignaba Otero a la ciencia, era lógico que se preocupara de que sus beneficios y su desarrollo alcanzaran a la mayor parte de la humanidad. Para Otero, los países de mayor tradición científica, ricos y muy industrializados, fueron los primeros que habían captado el fenómeno de que los frutos del avance de la técnica y de la ciencia propias se reflejaban en un rápido aumento del nivel de

¹ Otero, “Universitarias católicas...”, 1948, *ADJON*. Otero aludió en una ocasión a aquellos últimos suspiros de la agonía de Goethe, que en su casa de Weimar dejó un auténtico laboratorio de óptica y un tratado en su *Farbenlehre*: “¡Luz! ¡Más luz!” fueron sus últimas palabras (Venancio Luis Agudo, en *YA*, 24 de marzo de 1957).

vida. Sin embargo, también los países pobres o que habían llegado a la independencia política recientemente se habían dado cuenta de que el cuasi monopolio de la investigación científica y desarrollo por los países ricos tendía a aumentar el desnivel de la renta nacional entre países ricos y pobres. Por esta razón estos nuevos países percibían que la “independencia científica era el corolario de la independencia política”, y que si no se lograba esta independencia científica y técnica, viejos y nuevos países poco desarrollados científicamente caerían en un nuevo colonialismo mucho más duro y permanente que el anterior. Todo ello hacía que la investigación científica y su planificación y desarrollo se convirtieran en política de gobierno, hecho que se puso de manifiesto por la creación de comisiones interministeriales de política científica y por la creación de ministerios de la Ciencia en buen número de países, no tan sólo en los de más solera científica, sino en otros recién llegados a la independencia o de nueva creación como la India, Filipinas e Israel. En Occidente se habían creado en los últimos cinco años ministerios de la Ciencia en Gran Bretaña, Francia, Alemania e Italia. En ellos, generalmente, se integraban temas de investigación científica propiamente dicha, investigación de energía nuclear e investigación espacial. La tercera tendencia, corolario de las dos anteriores, era el enorme volumen económico puesto en juego en casi todos los países y el gran capital humano implicado en tareas de investigación científica, técnica y de desarrollo.²

Contra la opinión general y más común, Otero afirmaba con rotundidad que la investigación científica no era cuestión de medios económicos; esto era “uno de los errores más gro-

² El Marqués de Herosilla, numerario de la Real Academia de Ciencias, “La independencia científica, corolario de la independencia política”, en *Ya*, 17 de mayo de 1963.

seros y primarios”. Había pueblos pequeños, y con medios económicos muy limitados, que participaban en la creación de ciencia y técnica; y un efecto, no una causa de ello, era su alto nivel de vida. En relación con España, el problema correspondía al de una “mentalidad nacional”: “Mientras sea un pecado mortal y una descalificación cultural el omitir una *h* en un escrito o desconocer un dato histórico o literario de poca monta, y exista, en cambio, una mayoría de nuestra clase dirigente que considera trivial el conocer lo más elemental de las matemáticas, de la estructura de la materia o los fundamentos más rudimentarios de las técnicas que han revolucionado al mundo moderno, no habremos adelantado un paso”.³ Respecto al mismo tema, Otero ponía otro ejemplo: naciones de gran tradición industrial y poderío económico carecían de reactores atómicos por la sencilla razón de que les faltaba gente especializada en la nueva técnica. Preparar los equipos que habían de pilotar las centrales eléctricas atómicas era labor esencial y anterior a la adquisición de grandes centrales de éstas.⁴

Otro de los problemas clave en España era el de no llevar a cabo la culminación de la “cadena investigadora”. Según Otero, la investigación básica no trataba más que de profundizar en el conocimiento de los fenómenos naturales, buscando la Verdad. Cuando se tendía un puente entre esta investigación pura y las aplicaciones de la misma, surgía la investigación técnica o aplicada. Sin embargo, el resultado de la investigación aplicada no daba casi nunca los valores óptimos técnicos y económicos, es decir, no era apta para una producción industrial. El puente que había que salvar lo constituía el

³ Aurora Rodríguez, “Entreviú con D. José María Otero Navascués”, abril de 1960, *ADJON*.

⁴ “Conferencia del señor Otero de Navascués en la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona”, 1956, *ADJON*.

desarrollo, en el que frente al elemento puramente científico y técnico se superponían, íntimamente asociados, conocimientos obtenidos empíricamente, buscando la máxima eficiencia y economía. Con todo ello se formaba la llamada cadena investigadora. Y, precisamente, cortar esta cadena por uno de sus extremos era “fortísima tentación del científico español que bagateliza las tareas de investigación aplicada, desarrollo, evaluación y pruebas y se conforma con dar los primeros resultados de un hallazgo que daría lugar a una investigación aplicada y que a un país como España, con una industria poco científica, no le sirve para nada, ya que éste no puede afrontar los gastos del paso de estos primeros resultados a su producción industrial. Es el maldito *ya está* de un incipiente primer resultado, que tratamos de elevar a definitivo sin molestarnos en su perfeccionamiento”.⁵

Por esta razón para Otero la separación entre investigadores e industriales debía desaparecer en España. Tanto uno como otro grupo debían unirse, pues eran dos fenómenos en sí complementarios para el desarrollo de la ciencia y de la investigación.⁶ De hecho, Otero asistía periódicamente a las reuniones de empresarios de bienes de equipo, agrupados en Sercope, y “su voz y su inagotable memoria” habían intentado llevar, “hasta las mismas fuentes de la empresa”, el interés que la creación tecnológica de los centros de investigación podía tener para la vida industrial.⁷

⁵ José María Otero de Navascués, “La investigación científica y técnica en un programa de desarrollo económico y social”, publicado en la revista *ARBOR*, núms. 225-226, Madrid, csic, septiembre-octubre de 1964, pp. 12-14.

⁶ Alfredo Rodríguez Alos, “La investigación atómica pide voluntarios. Declaraciones del Presidente de la JEN”, en *Gaceta Universitaria*, 15 de marzo de 1965.

⁷ Octavio Roncero, “Investigación con talante español”, en *Arriba*, 5 de octubre de 1969.

Comienzos

Otero hizo el bachillerato en Madrid, como alumno libre, en un colegio de la calle de las Torres, que se llamó después del Marqués de Valdeiglesias. Se examinaba después en el Instituto de San Isidro. Fue buen estudiante, pues su expediente está lleno de sobresalientes y matrículas de honor.¹

En diciembre de 1922, con 15 años, Otero ingresó en la Escuela de Artillería Naval (hoy Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales) de la Armada con el núm. 1, y con el núm. 1 de su promoción fue nombrado Teniente del Cuerpo en enero de 1928. La vocación científica de Otero se despertó en la armada y el ejército, con sus Cuerpos Facultativos de Ingenieros y Artillería, en los que “con las necesidades que imponen las técnicas de aplicación militar se introducen los fundamentos científicos de cada época”.² Su trabajo de final de carrera fue *Instalación siderúrgica para utilizar la hematites roja del devónico leonés-asturiano*.³

¹ ADJON.

² Alberto Orte Lledo, “José María Otero en la Armada y en la Metrología internacional”, en *Homenaje...*, p. 9.

³ ADJON.

Realizó sus prácticas en la inspección de las factorías de Reinosa y Trubia, Taller de Precisión de Artillería, Inspección de Oviedo, Arsenal de Cartagena y Sección de Artillería del Ministerio de Marina, donde pasaría destinado en marzo de 1929.⁴ Siguió en Madrid también, durante un año, los estudios de doctorado de Ciencias Químicas.⁵

Decidió aprender idiomas (todos los significativos en Europa) y especializarse en Física. Trabajó junto a uno de los mejores físicos de la época: un año con el profesor Palacios en el Instituto Nacional de Física y Química (Fundación Rockefeller) de Madrid (1928-1929).⁶ Este Instituto se había creado en 1926 sobre la base de la donación que al Estado español hizo el International Education Board, fundado en Nueva York por John D. Rockefeller, de una cantidad que no debía exceder de los 420 mil dólares, destinado a la edificación de aquel Instituto en terrenos propiedad del Estado.⁷

A los 21 años de edad fue comisionado para ampliar estudios en Suiza, en el Politécnico de Zurich, bajo la dirección del profesor Scherrer,⁸ con quien trabajó en cristalografía de rayos X, y en este mismo centro amplió su preparación metalográfica con el profesor Ros.⁹

⁴ Orte, "Otero...", p. 10.

⁵ ADJON.

⁶ Villena, *op. cit.*, p. 95.

⁷ Manuel Lora Tamayo, *Cincuenta años de Física y Química en España 1903-1953*, discurso leído en la solemne sesión conmemorativa de las Bodas de Oro de la Real Sociedad Española de Física y Química, Madrid, Imp. C. Bermejo, 1953, p. 15.

⁸ Orte, *op. cit.*, p. 10.

⁹ Durán, *op. cit.*, 22.

Actividad en la óptica

Durante esta época se produjo un cambio de rumbo en la especialización científica de Otero, ya que abandonó la metalurgia y se dedicó a la óptica, que constituiría su quehacer durante largos años.¹ José Antonio de Artigas, director del Instituto de Ampliación de Estudios e Investigación Industrial, fue quien aconsejó a Otero que iniciara el estudio de la óptica y, de hecho, bajo su tutela realizó su formación científica en Suiza y Alemania.² De Zurich pasó Otero a Jena y luego a Berlín, y permaneció en Alemania hasta julio de 1932.³

De esta manera, Otero se especializó en óptica trabajando durante dos años en la Escuela Técnica Superior y en el Instituto de óptica de Berlín-Charlottenburgo, con el profesor Franz Weider.⁴ Pero sus estudios estuvieron a punto de no verse culminados por una decisión del Ministerio de Marina de reducir sus gastos en el extranjero. Una vez en Madrid, gracias a un encuentro fortuito de Otero con el embajador español en Ber-

¹ Orte, Otero, p. 10.

² Durán, *op. cit.*, p. 18.

³ Orte, *op. cit.*, p. 10.

⁴ Villena, *op. cit.*, p. 95.

lín, Américo Castro, quien había seguido los “progresos del comisionado español, primero con desdeñosa curiosidad y luego con patriótico entusiasmo”, hizo que al conocer Castro la causa de la interrupción mediara decisivamente a favor de la continuación de la formación de Otero en Alemania.⁵

Otero hablaba insistentemente con Durán de sus proyectos de formar un grupo que sirviese de base el día de mañana para la investigación y el desarrollo de la tecnología de la óptica en España.⁶ De regreso a España, en 1934, organizó cursos sobre óptica técnica fundando el Laboratorio de Óptica de la Marina,⁷ que fue germen del Laboratorio y Taller de Investigaciones del Estado Mayor de la Armada, de la Empresa Nacional de Óptica y del Instituto de Óptica *Daza de Valdés*, del csic.⁸ Dicho laboratorio lo trasladó al Instituto *Rockefeller* en 1939.⁹ Otero, además, salió otra vez al extranjero en ese año para asistir al II Congreso de Óptica Italiana y al Internacional del Alumbrado en Berlín y Karlsruhe. En este último desempeñó la secretaría de la comisión española.¹⁰

En 1935 Otero fue destinado a los Servicios Técnicos Industriales de Artillería de la Armada.¹¹ Ese mismo año fue nombrado profesor de Óptica Física y jefe de estudios de la especialidad de óptica para oficiales de marina e ingenieros civiles, en el Instituto de Ampliación de Estudios e Investigación Industrial.¹² Poco después, a principios de 1936, Otero

⁵ Orte, *op. cit.*, p. 10.

⁶ Durán, *op. cit.*, p. 18.

⁷ Villena, *op. cit.*, p. 95.

⁸ *ABC*, 10 de marzo de 1983.

⁹ Villena, *op. cit.*, p. 95.

¹⁰ ADJON.

¹¹ Orte, *op. cit.*, p. 10.

¹² ADJON.

conoció a Antonio Colino al fundar en España una empresa avanzada para la fabricación de instrumentos ópticos (que años después vino a ser Enosa).¹³ Durante la guerra civil, Otero estuvo refugiado en la legación de Noruega en Madrid.¹⁴

En agosto de 1939 Otero visitó el Instituto de Óptica de Berlín, donde había trabajado tres años, así como la anexa Escuela de Ingenieros Ópticos. Pasó después a las firmas Askania y Zeiss, poniendo siempre interés en sus escuelas de aprendices. Visitó igualmente la Escuela Superior de Óptica de Jena. Al estar en esta ciudad vivió la movilización general que Alemania hizo secretamente la noche del 25 al 26 de agosto. Ese mismo día, en clima de preguerra, asistió a la celebración del 50 aniversario de la fundación, por el profesor Abbe, de Zeiss. Siguió a Munich, pero sus planes de regresar por avión se vieron frustrados al suspenderse todos los vuelos civiles, ya que se iniciaron las hostilidades con Polonia. Después de varias tentativas, pudo tomar el 1 de septiembre el tren a Roma. Allí hubo de esperar hasta el día 7 para obtener dos pasajes a Mallorca, uno para él y otro para un “enorme bulto de libros que pesaba más que él”. Finalmente, Otero y “su cajón bibliográfico llegaron sanos y salvos a Madrid”.¹⁵

El gobierno, al crear en noviembre de 1939 el CSIC, incorporó a Otero a dicho instituto, creando el Instituto de Física Alonso de Santa Cruz y el de Química Alonso Barba, ambos bajo la dirección de José Casares, y Palacios como vicedirector del Alonso de Santa Cruz. Otero fue nombrado secretario de este Instituto y, a propuesta de Palacios, se creó una nueva sec-

¹³ “Entrevista a Antonio Colino”, en Caro, *op. cit.*, p. 75.

¹⁴ *Anuario de la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales*, Madrid, Talleres Graf. Vda. de C. Bermejo, 1977.

¹⁵ Villena, *op. cit.*, p. 97.

ción, la de óptica, con Otero como jefe, Durán como ayudante y Piedad de la Cierva como becaria, los tres antiguos colaboradores de Palacios en el Rockefeller. Durán, que había hecho antes de la guerra un curso de óptica técnica organizado por Otero y Artigas, y era profesor ayudante en la Universidad, hizo puente con ésta atrayendo, en olas sucesivas, el gran núcleo de colaboradores con que llegaría a contar el futuro Instituto de Óptica. Los primeros, en 1941, fueron Jiménez Landi, Cabello y Maruja Egües. El gran salón del segundo piso del edificio Rockefeller era el corazón de la sección de óptica, donde estaban los pocos aparatos disponibles y se ubicaban, en las esquinas, los distintos equipos de trabajo o de medida: “Todo estaba por hacer y todo se hacía más por ilusión que por el estímulo de unas becas irrisorias”.¹⁶

En 1941 Otero trajo a Madrid a su maestro Franz Weidert, que había sido director del Instituto de Óptica de Berlín, para dar un curso sobre cálculo de sistemas, con el que se creó el grupo de trabajo de óptica geométrica y cálculo de sistemas, que en el Instituto dirigió Durán y en Marina impulsó Otero hasta la construcción de numerosos sistemas ópticos.¹⁷

Ese mismo año Otero pasó a un taller de recuperación de material de guerra, que se instaló en el recinto de la Estación Radio de Marina, en Chamartín, fundamentalmente de equipos de óptica y de dirección de tiro. El taller quedó bajo la autoridad del jefe de la Estación de Radio, Capitán de Fragata Alfredo Guijarro, y como ingeniero se destinó a Otero, a la sazón Comandante de Artillería de la Armada.¹⁸

El interés del laboratorio de óptica de Marina por el rendimiento de los instrumentos ópticos llevó a Otero a estudiar con

¹⁶ Villena, *op. cit.*, pp. 95-96.

¹⁷ Villena, *op. cit.*, p. 96.

¹⁸ Orte, *op. cit.*, pp. 10-11.

Costi un nuevo umbralómetro, descrito en una publicación de 1940, para estudiar los efectos en la visión nocturna de la avitaminosis procedente de la guerra. Siempre en la misma línea, Otero inició con Durán el estudio experimental de los rendimientos fotométricos de instrumentos telescópicos a bajas luminosidades, encontrando que el ojo se comportaba como miope a estas luminosidades, fenómeno dado a conocer en una primera nota de Otero y Durán publicada en 1941. La importancia técnica y militar de este descubrimiento fue extraordinaria. Resultaba incomprensible que este importantísimo fenómeno, que los autores bautizaron como *miopía nocturna*, hubiera pasado inadvertido. Repasaron la literatura moderna sin encontrar nada, aunque después resultó que tal fenómeno ya había sido indirectamente señalado por Daza de Valdés en su libro de 1623.¹⁹

El fenómeno de la miopía nocturna, descubierto por Otero y Durán, consistía en que cuando se contemplaba un objeto situado en el infinito con la iluminación estrictamente indispensable para verlo con nitidez, el ojo se comportaba como si tuviera una miopía de -2 dioptrías respecto a como se encontraba a plena luz. Con este fenómeno en la semioscuridad el ojo normal se volvía miope y el ojo miope se hacía dos dioptrías más miope, pero, en cambio, el ojo hipermetrope compensaba su defecto y veía mejor que a plena luz.²⁰

La sección de óptica se dedicó en pleno a cuantificar el fenómeno y analizar sus posibles causas. En 1942, Otero y Durán publicaron un segundo trabajo en el que se estudiaron las causas de la miopía nocturna.²¹ Debatidas durante varios

¹⁹ Villena, *op. cit.*, p. 96.

²⁰ José Aguilar Peris, *Julio Palacios y el lenguaje de la física*, Santander, Universidad, 1981, pp. 20-21.

²¹ Villena, *op. cit.*, pp. 96-97.

años las causas de la miopía nocturna entre investigadores de distintos países, demostró la escuela española en 1949 cómo la causa fundamental de la misma era el fenómeno de acomodación y la posición de reposo del cristalino, comprobándolo con una técnica original de fotografía de las imágenes de Purkinje en completa oscuridad.²²

En 1942 Otero fue nombrado miembro del Comité Ejecutivo del CSIC y de su Patronato Juan de la Cierva.²³

Durán publicó en 1943 nuevas curvas experimentales que probaron la paulatina desaparición del poder de acomodación al disminuir la iluminación.²⁴ A estos trabajos siguieron otros, como una veintena, que consagrarían a la Escuela Óptica de Madrid como líder en visión nocturna y explicarían definitivamente los fenómenos de miopía y presbicia nocturna. Estas publicaciones tuvieron un enorme impacto tanto en los círculos científicos como en los militares de todo el mundo. De ellos se ocuparon Ronchi en 1943, Schupfer en 1944, Arnulf en 1946, Schober en 1947, Kühn en 1950, Bouman y Van den Brink en 1952.²⁵ Pero quizá el trabajo más extenso y en el que se realizó una excelente puesta al día fue el de Koomen, Scolnik y Tousey, publicado en 1951 con el título *A study of Night miopía*, en el que dijeron que el término de miopía nocturna se había originado en los trabajos de investigadores españoles “que han hecho uno de los más recientes redescubrimientos del fenómeno y que se encuentran entre los primeros que lo han investigado extensivamente”.²⁶

²² Lora, *op. cit.*, pp. 22 y 50.

²³ *Anuario exactas*, 1977.

²⁴ Villena, *op. cit.*, p. 97.

²⁵ *Idem*.

²⁶ Durán, *op. cit.*, pp. 19-20.

El asunto de la miopía nocturna fue vital en la guerra. En un combate aéreo, el piloto que antes distinguiera al enemigo tenía una ventaja definitiva. Lo mismo en el mar. En la agudeza visual de los prismáticos y periscopios se “agazapaban sin que nadie lo advirtiese, los dados que podían decidir el tú o el yo para la danza con la muerte”. Comentó Otero que la importancia del hallazgo fue extraordinaria. Pudieron comprobar en gemelos de submarinos alemanes que la Marina de Hitler no conoció nada de esto. Por la mucha humedad de los submarinos fácilmente se empañaban los prismáticos y decidieron poner el ocular fijo para que, evitando el movimiento, estuvieran más cerrados a esa humedad. Naturalmente, lo pusieron con el enfoque normal del ojo sano a plena luz, sin contar con que en la oscuridad el ojo llegaba a tener de una dioptría y media a dos de miopía. Si hubieran conocido su descubrimiento, hubieran ganado 66% de agudeza visual.²⁷ De hecho, el Almirantazgo inglés, a partir de este descubrimiento, cambió algunas disposiciones para la navegación de noche.²⁸

Además de estas aplicaciones “terriblemente prácticas”, el descubrimiento podía tener otras en la paz, como evitar accidentes. Muchos conductores deberían llevar gafas por la noche. Y lo mismo se necesitarían en el cine. Sobre todo, las personas que ya tenían algo de miopía, pues, al aumentar ésta por la oscuridad, se podía llegar a dificultades considerables en la visión.²⁹

Otero, junto a su equipo, descubrió también que el color amarillo no era una sensación cromática fundamental. Los

²⁷ “Conversación con don José María Otero Navascués, director del instituto Daza Valdés, de investigación óptica”, en *Ya*, 24 de marzo de 1957.

²⁸ 8 de febrero de 1952, *ADJON*.

²⁹ “Conversación con don José María Otero Navascués, director del instituto Daza Valdés, de investigación óptica”, en *Ya*, 24 de marzo de 1957.

colores fundamentales sólo eran el verde, el rojo y el azul. La aplicación práctica, según Otero, era de “enorme interés”, ya que al alejarse el objeto de color amarillo, cuando hay poca luz, dejaba de verse como de este color, de aquí que era “absolutamente detestable” para señales imperativas de circulación, tanto en carreteras y ferrocarriles como en puertos y aeródromos.³⁰ De hecho, este descubrimiento sobre el color amarillo fue recogido por la Memoria del Comité de Seguridad del Tráfico por Carretera de EU.³¹

El estudio del color era de “suma importancia”, aunque en España no había llegado todavía al gran público. Muchas transacciones y contratos de compra y venta se efectuaban en EU y otros países basados en la determinación colorimétrica. Por ejemplo, en verduras y frutas, aceite de oliva, etc., se fijaban unas ecuaciones con sus tolerancias, dentro de las cuales se conocía si la fruta era buena o no.³²

Otero fue impulsor y director de las investigaciones del taller de la Estación Radio de Marina. “Su conocimiento anticipado de las exigencias en material a las que iban a estar sometidas las Fuerzas Armadas, su imaginación al servicio de los problemas puntuales y conceptuales de la investigación y del desarrollo científico, su capacidad de trabajo científico, su actitud de mando en todos los aspectos, y su prestigio en definitiva”, dieron lugar a la creación, en 1944, del Laboratorio y Taller de Investigación del Estado Mayor de la Armada (LTIEMA), del que Otero fue nombrado subdirector.³³

³⁰ *Idem.*

³¹ 1956, ADJON.

³² “Conversación con don José María Otero Navascués, director del instituto Daza Valdés, de investigación óptica”, en *Ya*, 24 de marzo de 1957.

³³ Orte, *op. cit.*, pp. 10-11.

Las ideas de Otero se plasmaron en los siguientes conceptos básicos que animaron las actividades del LTIEMA: *a)* El Centro debía ser un laboratorio de investigación y desarrollo, cubriendo actividades desde la ciencia aplicada hasta el desarrollo del prototipo; *b)* Debía ser un pequeño taller industrial en el que se realizaran fabricaciones y montajes de pequeñas series de productos de elevada tecnología que fueran necesarios para la fuerza naval. Asimismo, se harían reparaciones y mantenimiento de estos equipos; *c)* El Centro debía mantener relaciones de cooperación con universidades, escuelas técnicas, centros nacionales de investigación y con la industria.³⁴

Estas ideas, que “son habituales en la gestión de los centros de investigación”, chocaban por su “originalidad” cuando las exponía Otero. Fruto de ellas fue la estrecha colaboración con el Daza de Valdés, CETME, Enosa y EISA, en cuya creación Otero desempeñó un papel preponderante.³⁵

De entre todos los temas clave del futuro de las Fuerzas Armadas, estableció como áreas de investigación para el LTIEMA la óptica, electrónica y comunicaciones, dirección de tiro, mecánica de precisión y metrología. Quedaron sólo, según él, *cohetes* y *energía nuclear*, pero en esta última ejercía ya también sus primeras actividades oficiales.³⁶

Este programa había de ser desarrollado entre el LTIEMA y la sección de óptica del Instituto Alonso de Santa Cruz que, poco tiempo después, se convirtió en el Instituto Daza de Valdés, situado en lo alto de la calle Serrano. Está claro que los aspectos tecnológicos caían dentro del campo de la Marina, mientras que los de carácter científico correspondían al área del

³⁴ Orte, *op. cit.*, p. 11.

³⁵ Orte, *op. cit.*, p. 12.

³⁶ Orte, *op. cit.*, p. 10.

Consejo y, como Otero figuraba en la cabeza de ambos, la coordinación estaba asegurada, llegando incluso a que los grupos que pertenecían a uno u otro de los organismos trabajasen en el mismo local.³⁷

La construcción de instrumentos ópticos se desarrolló en el LTIEMA y allí Otero logró que las instalaciones cumpliesen todos los requisitos que exigía una mecánica de precisión, convirtiéndose, bajo su dirección, en un centro ejemplar que permitió construir instrumentos excelentes para la Marina.³⁸

La Marina española comenzaría, gracias a Otero, a independizarse de elementos foráneos y más de un centenar de prototipos de instrumentos, proyectados en el Daza de Valdés, se desarrollarían en los talleres del LTIEMA. Al mismo tiempo se cubrieron las más importantes necesidades técnicas y metroológicas sentidas durante años, mediante un equipamiento capaz de proyectar su acción en el futuro. El prestigio del LTIEMA, hoy Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA), comenzó a ser reconocido dentro y fuera de España.³⁹

En 1944 Otero fue nombrado profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales, puesto en el que permaneció hasta 1955.⁴⁰

La personalidad científica de Otero quedó reconocida el 13 de diciembre de 1944, al ser elegido académico numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (RACEFN), convirtiéndose en el más joven de la misma. Tomó posesión el 6 de junio de 1945, Sección de Ciencias Físico-Químicas. Medalla núm. 16. En dicha sesión pública de recep-

³⁷ Durán, *op. cit.*, pp. 18-19.

³⁸ Durán, *op. cit.*, p. 21.

³⁹ Orte, *op. cit.*, p. 10.

⁴⁰ Aciemat, expediente personal.

ción como académico numerario, Otero leyó su discurso *La evolución del pensamiento físico sobre algunos aspectos del fenómeno de la visión*, contestándole José María Torroja y Miret.⁴¹ Otero fue Vicesecretario de la Academia de 1955 a 1968, y Secretario General de la misma desde 1968 hasta 1978.⁴²

En 1946 la sección de Óptica del Instituto Alonso de Santa Cruz tenía 30 colaboradores con un gran espíritu de servicio y había publicado unos 50 trabajos de investigación, conocidos y comentados en el extranjero. Sus líneas de investigación se habían diversificado y asentado. El CSIC decidió entonces crear un instituto independiente. El preámbulo del decreto decía, entre otras cosas:

La labor desarrollada en los cinco años transcurridos desde su fundación (de la sección de óptica) ha superado la misión que le fue encomendada, formándose un plantel de investigadores, con copiosa producción científica, apreciada y elogiada en España y en el extranjero. Estas razones, a las que hay que añadir la naturaleza del tema y el volumen alcanzado, aconsejan elevar esta Sección a Instituto de Óptica y que lleve el nombre de *Daza de Valdés*, como homenaje al primero de su época que supo dar unidad a los conocimientos dispersos sobre Óptica Geométrica y Óptica Fisiológica, llevando el nombre de España a la cabeza de estas ciencias, coronando la tradición de los matemáticos y físicos hispano-musulmanes.⁴³

A los grupos ya existentes se añadió el de espectros, dirigido por Poggio. Los cargos de director, vicedirector y secretario fueron ocupados por Otero, Durán y Poggio, respectivamen-

⁴¹ *Anuario exactas*, 1977.

⁴² Pedro García Barreno et al., *La Real Academia de Ciencias, 1582-1995*, Madrid, RACEFN, 1995, p. 418.

⁴³ Villena, *op. cit.*, pp. 97-98.

te. Las secciones del Instituto fueron: óptica fisiológica, fotometría y color, dirigidas por Otero; óptica geométrica y óptica física y teórica, dirigidas por Durán; espectros atómicos y moleculares, dirigida por Poggio, y exploración ocular, dirigida por López Enríquez.⁴⁴

Otero dio en 1946 un seminario sobre *Óptica fisiológica* de cuatro meses de duración en el Instituto Daza de Valdés.⁴⁵ El 13 de noviembre de 1946 Otero inauguró el curso de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales con el discurso *Conceptos, magnitudes y unidades fotométricas*.⁴⁶

En el verano de 1947 Otero y Durán visitaron en Estados Unidos los más importantes núcleos de investigación, de enseñanza y de industria en el campo de la óptica, empezando por el National Bureau of Standards. En todos ellos fueron acogidas con interés sus experiencias y teorías. Otero y Durán dieron cuenta de sus trabajos en Washington, Cambridge (Massachusetts), Chicago, San Francisco y Cincinnati. Los americanos se quedaron sorprendidos: en España se había llegado a comprobar que, mediante especiales y sencillos instrumentos ópticos, el ojo humano puede ver durante la noche 17 veces más de lo normal.⁴⁷ Este viaje permitió enviar a estos centros numerosos becarios y produjo un “desfile” por Madrid de los personajes más relevantes, curiosos de comprobar dónde se habían producido, tan súbitamente, tales importantes contribuciones en óptica fisiológica y fotometría.⁴⁸

⁴⁴ *Idem*.

⁴⁵ Instituto de Óptica “Daza de Valdés”, *Trabajos 1946-1956*, Madrid, C. Bermejo, 1957, p. 45.

⁴⁶ *Anuario exactas*, 1977.

⁴⁷ Luis Mira, “El señor Otero Navascués...”, *ADJON*.

⁴⁸ Villena, *op. cit.*, p. 98.

En 1948 Otero y Durán asistieron en Delft (Holanda) a una reunión de la Comisión Internacional de Óptica, con el fin de incorporarse a ella. Aunque hasta entonces todos los problemas de visión estaban encomendados a un comité mixto francoinglés, el entonces secretario de la Unión Internacional de Óptica propuso que se incorporase al mismo Otero, a título personal, a la propuesta modificada por iniciativa de Italia y de los EU, con lo que se segregó todo lo referente a visión nocturna de la comisión francoinglesa y se entregó a los españoles.⁴⁹

En ese año el Instituto de Óptica contaba ya con 65 colaboradores, entre titulados y auxiliares, que no cabían en el espacio que se les había cedido en el edificio Rockefeller. Otero y Durán construyeron un nuevo edificio y estructuraron dos nuevas y prestigiosas escuelas de trabajo que se añadieron a las ya existentes. Una cubría la espectroscopia, con Miguel Catalán, que por entonces trabajaba en el National Bureau of Standards, y otra la óptica geométrica, con Frank Weidert, que había abandonado el Instituto de Óptica en el Berlín ocupado. En conjunto se trató de cubrir todos y cada uno de los campos importantes de la óptica y de hacer del Daza uno de los centros más complejos, productivos y conocidos en la especialidad. Para ello todos los investigadores fueron saliendo a completar su formación en los mejores centros de Europa y América y, simultáneamente, desfilaron por la cátedra del Instituto las máximas figuras de la óptica, “cuya mera enumeración resalta el éxito obtenido”.⁵⁰

⁴⁹ Manuel Calvo Hernando, “Un modelo electrónico de retina. español, reproduce los fenómenos visuales”, en *Ya*, 1950.

⁵⁰ Pasaron en Madrid temporadas más o menos largas (algunos varias veces), Meggers, Judd, Plyler y Sitterly, del NBS de Washington; Shenstone, de la Universidad de Princeton; O'Brien y Hopskin, del Instituto de Óptica de Rochester; Wald, de la Universidad de Harvard; Stiles, del NPL de Teddington;

En 1948 Otero fue nombrado director del LTIEMA.⁵¹ Desde 1949 hasta 1955 Otero fue profesor de los cursos de óptica técnica superior del Instituto *Daza de Valdés*.⁵²

En 1950 se celebró el décimo aniversario de la fundación del CSIC y se inauguró el nuevo Instituto de Óptica. Con este motivo se convocó en Madrid un Congreso Internacional de Óptica, al que asistieron las principales figuras.⁵³ En dicho congreso Otero, el doctor Aguilar y el científico Yunta presentaron las experiencias de sumación fisiológica que aclararon el descenso de la agudeza visual al descender la luz y adquirir la máxima sensibilidad del ojo cuando está adaptado a la oscuridad. El doctor García Abrines, bajo las indicaciones de Otero, realizó un modelo electrónico de retina, en el LTIEMA, que reprodujo los procesos visuales causando gran sensación en el congreso. La luz provocaba, de acuerdo con la intensidad con la que llega al ojo, una agrupación de las células fotorreceptoras del ojo, de tal modo que cuanto menos luz hubiera se agrupaban más células, y eso se había logrado en células fotoeléctri-

Martin, del Imperial College de Londres; Cosslett, del Cavendish Laboratory; Gibson, de la Universidad de Bristol; Van Heel, del Politécnico de Delft; Fleury, Arnulf, Françon, Marechal y Coyan, del Instituto de Óptica de París; Le Grand, del Museo de Historia Natural; Cabanes, de la Sorbona; Ronchi y Toraldo, del Instituto de Óptica de Florencia; Morais, Scandone y Le Divelec, de empresas italianas; Amaldi, de la Universidad de Roma; Scherrer y Eggert, del Politécnico de Zúric; Heisemberg, del Instituto Max Planck de Göttingen; Foeppel, del Politécnico de Munich; Jul, de la Universidad de Jena; Franke y Tronnier, de empresas alemanas; Schoeber, de la Universidad de Hamburgo; Swig, del Politécnico de Braunschweig; Ingelstam, del Politécnico de Estocolmo; Granit, del Instituto Nobel de Estocolmo; y Edlen, de la Universidad de Lund (Villena, *op. cit.*, pp. 98-99).

⁵¹ Orte, *op. cit.*, p. 10.

⁵² Instituto, *Trabajos...*, 45.

⁵³ Villena, *op. cit.*, p. 102.

cas que se agrupaban automáticamente al descender la luz que caía sobre ellas.⁵⁴

En el Instituto de Óptica, de los tres investigadores y un auxiliar con los que comenzó a trabajar en 1940, se pasó a siete investigadores, ocho auxiliares y 14 becarios en 1946, y a 25 investigadores, 29 auxiliares, siete laborales y 23 becarios en 1950, fecha hasta la cual se habían presentado seis tesis doctorales y se habían publicado más de un centenar de trabajos, seis de ellos en revistas extranjeras. Las citas de los trabajos españoles se podían encontrar en todas las revistas importantes que se publicaban sobre óptica.⁵⁵

El crecimiento había sido espectacular y el nuevo Instituto en el nuevo edificio era un centro de investigación que, en muchos aspectos, podía ponerse como modelo. En todo este proceso, en la década que va desde la creación de la sección de óptica hasta la instalación en el nuevo edificio, la labor de Otero fue “eficaz, llevada a cabo sin pausa y con vehemencia”. En el nuevo Instituto se dio, a impulsos de Otero, una mayor importancia a la fotometría y al color, ampliándose los campos de investigación no sólo en cuanto a los temas, sino también en cuanto al contenido de los iniciales.⁵⁶

A partir de 1950 Otero tuvo forzosamente que dedicar una atención menor a la óptica porque otras obligaciones requirieron su esfuerzo, como comentaremos en los próximos capítulos. Continuó siempre interesándose por el Instituto, pero ya “con aire patriarcal y no con la dedicación artesana de laborar casi con las propias manos”.⁵⁷

⁵⁴ Manuel Calvo Hernando, “Un modelo electrónico de retina...”, en *Ya*, 1950.

⁵⁵ Durán, *op. cit.*, p. 21.

⁵⁶ *Idem*.

⁵⁷ Durán, *op. cit.*, p. 22.

El prestigio internacional de Otero quedó consolidado al ser elegido en septiembre de 1950 vicepresidente de la Comisión Internacional de Óptica.⁵⁸

En 1956 Otero asistió, acompañado por Plaza y por Villena, al Congreso en Boston de la Comisión Internacional de Óptica. Hubo “consenso de que él es la máxima figura mundial en esta disciplina y parece lógico que la próxima designación de presidente recaiga en él”. Pero la tarea ingente de crear en España una investigación y una tecnología nucleares hizo que Otero dejara de ocuparse de la óptica y se concentrara en los nuevos temas, pidiéndole a Plaza que se ocupara de conducir el Instituto de Óptica primero como vicedirector y, años más tarde, como director. Siguió en contacto telefónico con ellos, que iban frecuentemente a visitarle a la JEN, donde tenía recursos mucho mayores que en el Instituto.⁵⁹

⁵⁸ “Participación española en tres Congresos científicos internacionales”, en *Ya*, 7 de septiembre de 1950.

⁵⁹ Villena, *op. cit.*, p. 105.

Actuación católica

Otero tuvo una muy destacada y prestigiosa personalidad en los ambientes católicos españoles e internacionales, en los que actuó siempre con puestos o representaciones de la mayor importancia.¹

Junto a Armando Durán participó en la Juventud Católica de San Jerónimo. La amistad de Otero con Durán no sólo fue por este lazo común, sino porque además pertenecían al mismo barrio en el que “todos decíamos conocernos”, y el conocimiento del alemán, que permitía a Otero contarle anécdotas de su estancia en Alemania con citas en el idioma original.² En 1933 fue vocal de propaganda del Centro de Jóvenes de Acción Católica de la parroquia de San Jerónimo, de Madrid.³

Posteriormente, fue colaborador y vocal del Consejo Superior de la Asociación de Jóvenes de Acción Católica, cargos que abandonó al contraer matrimonio en 1939.⁴ Desde 1942

¹ *Ecclesia*, ADJON.

² Durán, *op. cit.*, p. 17.

³ Luis Mira, “El señor Otero Navascués...”, ADJON.

⁴ *Idem*.

Otero fue vicepresidente del Consejo Superior de los Hom-
bres de Acción Católica Española.⁵

En 1945 empezó el trágico éxodo de aquellos hombres de la Europa oriental perseguidos por la “máquina totalitaria del Estado soviético” y las “fuerzas anticristianas y antieuropeas” que estaban decapitando los “cuadros intelectuales católicos”, creando esa trágica realidad que se denominaba *personas desplazadas*. Por esta razón, el 2 de mayo de 1947 Otero fundó y presidió la Obra Católica de Asistencia Universitaria (OCAU), con su Colegio Mayor Santiago Apóstol (CMSA). La OCAU aspiraba a que este colegio formara a estos universitarios católicos desplazados “según el espíritu auténtico de sus Patrias respectivas, viviendo sus tradiciones y sus caracteres”; se aspiraba, en fin, a “formar los futuros apóstoles y dirigentes de los países ocupados por el comunismo a fin de que colaboren eficazmente a restablecer en ellos una sociedad cristiana, cuando Dios quiera que sean liberados del yugo comunista”.⁶ Otero llegó a viajar a los EU para que contara la OCAU con el apoyo, en una cuarta parte de sus gastos, de la *National Catholic Welfare Conference*.⁷

El 10 de octubre de 1949, en el Salón de Actos del CSIC fue inaugurado oficialmente el curso académico del CMSA, 1949-1950. Otero, presidente de la OCAU, pronunció el discurso de apertura, presidiendo el acto el rector de la Universidad de Madrid, Pío Zabala. Fueron impuestas las becas honorarias del colegio al rector, al obispo Zacarías de Vizcarra, a Otero y

⁵ A.J. González Muñiz, “Figura de la semana. José María Otero Navascués”, en *Diario de Navarra*, 16 de diciembre de 1961.

⁶ Obra Católica de Asistencia Universitaria (OCAU), *Memoria*, Madrid, 1949-1950, pp. 5-6.

⁷ Luis Mira, “El señor Otero Navascués...”. ADJON.

a 15 colegiales del Santiago. La conferencia inaugural estuvo a cargo de Antonio de Luna, catedrático de la Facultad de Derecho de la Universidad de Madrid, quien desarrolló el tema *Católicos en el destierro*.⁸

Las actividades de los universitarios residentes en el CMSA fueron divididas en tres secciones: 1a. sección religiosa; 2a. sección cultural; 3a. sección social. A su vez, dichas secciones se subdividieron en distintas vocalías. En la primera reunión general de la sección religiosa, el 2 de noviembre de 1949, el capellán del Colegio, Salvador Malo, expuso el programa de esta sección, nombrando como presidente de la junta de la sección al colegial Luka Brajnovic. A lo largo de sus reuniones, la junta de la sección discutió sobre las necesidades de la vida religiosa en el ambiente colegial, tomando las siguientes decisiones:

1. Adoptar la fiesta de la Inmaculada Concepción (8 de diciembre) como la fiesta de la Patrona de la sección.
2. Organizar la adoración nocturna cada primer viernes.
3. Dar posibilidad a los colegiales para que asistieran al retiro espiritual cuatro veces al año en el mismo colegio.
4. Encauzar la actividad en provecho de las misiones.
5. Iniciar las actividades caritativas de los colegiales.
6. Facilitar a los colegiales la asistencia a los ejercicios espirituales en el plazo que más les conviniera.
7. Ocuparse de todo lo que concerniera a la piedad en la capilla (misa colegial, hora santa, el santo rosario, la meditación dominical, etcétera).
8. Organizar las conferencias sobre los artículos de la fe y las discusiones sobre los casos de moral.

⁸ OCAU, *Memoria 1949-1950*, p. 17.

9. Organizar un coro de la capilla.
10. Editar un boletín informativo de la sección.⁹

Algunas de las actividades de la vocalía de piedad fueron las siguientes: 1) Cada vigilia de adoración nocturna celebrada en la capilla del colegio representó un verdadero éxito. El número de los colegiales que vigilaron por los turnos, adorando ante el Santísimo, osciló entre el número de los 70; 2) La fiesta de la Inmaculada comenzó con la hora santa el 7 de diciembre, en la que la asistencia fue muy numerosa; 3) Cada noche, a las 21:30 se rezaba en la capilla el santo rosario, etcétera.¹⁰

Periódicamente se celebraron en el colegio reuniones generales, en las que tomaron parte todos los colegiales. La primera reunión general del colegio se celebró el 5 de noviembre de 1949 bajo la presidencia de Zacarías de Vizcarra, obispo titular de Ereso; Joaquín Ruiz Jiménez, embajador de España cerca de la Santa Sede; Otero, presidente de la OCAU; Javier de Echánove, vicepresidente de la OCAU; y José Cieker, director del Colegio. Fue impuesta a Ruiz Jiménez la beca honoraria del colegio. Con motivo de este acto, con el que el CMSA y la OCAU quisieron demostrar su agradecimiento y su cariño hacia el gran amigo de estas instituciones, en cuya fundación Ruiz Jiménez tuvo una actuación importantísima, subrayó el embajador los vínculos que le unían con todo lo que la OCAU y el CMSA representaban:

Yo llevaré la condecoración —dijo Ruiz Jiménez— como la más preciada de las condecoraciones, ya que expresa el amor en Cristo que a todos nosotros nos une. Estuve ligado al nacimiento de

⁹ OCAU, *Memoria 1949-1950*, pp. 18-20.

¹⁰ OCAU, *Memoria 1949-1950*, pp. 20-21.

este colegio, que nació con ocasión de los viajes que hicimos por la vieja Europa, ya quebrantada, unos españoles. En ellos nos pusimos en contacto con hombres que sufrían ya las consecuencias de una terrible guerra. Me pareció entonces que los católicos españoles teníamos una responsabilidad moral y obligación ante Dios de unirnos solidariamente con nuestros hermanos cristianos de Europa que sufrían, y especialmente con los estudiantes universitarios. Los que tuvimos la primera vocación divina de esta realidad pusimos algo más: la misión en Cristo, y desde entonces nos dimos cuenta de la fecundidad de la obra. Fue Su Santidad Pío XII quien la aprobó y quien nos respaldó para que nosotros nos lanzásemos a la constitución jurídica de la misma. El Señor nos envió otro ángel para enseñarnos el hombre que podía llevar la tarea adelante: José María Otero Navascués. Agravio no se le puede guardar a José María Otero por ninguna cosa; pero yo se lo guardo por una sola: hizo que nosotros nos sintiéramos descargados de la disposición económica de la misma. Yo os pido perdón públicamente por ello. Mi corazón me obliga a deciros unas palabras; supuse que me exponía a tener que improvisar y, en efecto, así es, ya que en estos días que estoy en España no he tenido un rato de descanso para poder ordenar lo que os tenía que decir. Dejad por ello que improvise y que os manifieste los sentimientos que bullen en mi pecho.

Permitidme que saque la última y más importante consecuencia: el sentido de la comunidad jerárquica y orgánica de los que viven en Cristo y obedecen a un mismo pastor: el Papa. Me preguntaba en cierta ocasión Su Santidad si nosotros habíamos luchado en nuestra guerra por la subsistencia de los valores cristianos. Le contesté que sí. Me hizo otra pregunta: si nosotros estábamos dispuestos a luchar, poniendo en la tarea cotidianamente el mismo heroísmo para conseguir que la *civitas* terrena fuese radicalmente cristiana. Yo le contesté radicalmente que sí. Yo quisiera que cuando me vuelva a preguntar por este colegio, si lo que se hace en él es formar un grupo de hombres, si vosotros representáis ese sentido unido y cristiano, yo, interpretando vuestros

sentimientos, contestaré que sí. Yo os aseguro que entonces esta beca honoraria será el mejor galardón.¹¹

Durante el curso académico 1949-1950 la OCAU sufragó los gastos de alimentación, alojamiento, vestido, estudios, material de enseñanza, servicio médico y dinero de bolsillo a más de 170 universitarios: un bielorruso, 29 croatas, cinco checos, siete eslovacos, 18 eslovenos, un estoniano, cuatro georgianos, 10 húngaros, un lituano, 37 polacos, nueve rumanos, tres serbios y 31 ucranianos. Esta cifra era escasa si se consideraba los miles de universitarios en el exilio y que se recibieron más de 500 peticiones de ingreso en la OCAU.¹²

El 2 de mayo de 1950 se celebró en el Colegio Mayor Santiago Apóstol el tercer aniversario de su fundación. El presidente de la OCAU, Otero, pronunció un discurso en el que subrayó la “misión trascendental de la existencia del CMSA, invitando a todos los colegiales para que sean dignos de esta misión, que les corresponde no sólo como a los miembros vivos de la comunidad católica y cristiana, sino también como a los hijos de sus Patrias respectivas perseguidas por su fe y por sus tradiciones nacionales”. Durante el curso 1949-1950 habían ido surgiendo delegaciones diocesanas de la obra que iban dando a conocer a los católicos españoles el sentido y las funciones de la OCAU.¹³

El 31 de mayo de 1950 organizó el CMSA un acto religioso de afirmación mariana en la iglesia de la Almudena de Madrid. El acto de la consagración de los universitarios del CMSA, de la OCAU, procedentes del centro y este europeos, a la Santísima

¹¹ OCAU, *Memoria 1949-1950*, pp. 28-30.

¹² OCAU, *Memoria 1949-1950*, pp. 7-11.

¹³ OCAU, *Memoria 1949-1950*, pp. 12-13.

Virgen de la Almudena, simbólicamente concluyó las actividades académicas y religiosas del CMSA. El acto fue presidido por el patriarca y obispo de Madrid-Alcalá, Leopoldo Eijo y Garay. Esta manifestación religiosa “subrayó otra vez más la solidaridad católica que une a los católicos españoles con los pueblos cristianos del centro y este europeos”. El patriarca se dirigió a los universitarios católicos de dichas naciones “resaltando los vínculos indestructibles que unen a los hijos de la Madre común en estos momentos trágicos de la Iglesia perseguida por el comunismo”. A dicho acto se adhirieron los representantes de las congregaciones marianas, Acción Católica española y la juventud universitaria católica española. Asistieron al mismo el presidente de la OCAU, Otero, los miembros de la Junta de la OCAU y los representantes de los países ocupados por el comunismo.¹⁴

El 27 de enero de 1954 la Secretaría de Estado de Su Santidad comunicó a la embajada de España cerca de la Santa Sede la “complacencia del Santo Padre por la meritoria y caritativa labor llevada a cabo por la OCAU con los estudiantes de países sometidos al comunismo, que han tenido que abandonar sus Patrias, labor a la que tan generosamente ayuda el Estado español”.¹⁵

El 19 de marzo de 1954 Otero fue nombrado presidente del Consejo Supremo de la Federación Internacional de Hombres Católicos (FIHC), que se reunió en su III Asamblea en París. La FIHC, organización que radica en Roma y se extiende a numerosos países, coordinaba los trabajos de las asociaciones locales, diocesanas y nacionales, con el fin de crear una unión fraterna entre los hombres católicos de todos los países del

¹⁴ OCAU, *Memoria 1949-1950*, pp. 21-24.

¹⁵ OCAU, *Memoria 1953-1954*, p. 18.

mundo.¹⁶ Le Cour Grandmaison, anterior Presidente, al conocer la designación de Otero manifestó lo siguiente: “Se había elegido a la España que detuvo la invasión musulmana, la que batió la Reforma, la que descubrió un mundo para Cristo, la que en época reciente había librado una terrible batalla frente al comunismo ateo, salvándose ella y salvando a Europa. Se había elegido también a la persona que, a semejanza del Pontífice, tenía el don de lenguas”.¹⁷

Otero, “profundamente turbado —es la primera vez que le he visto así en los 18 años que le conozco—”, contestó en francés, alemán, italiano y español, poniendo de relieve los grandes méritos de su antecesor y del catolicismo francés. Dijo que la delegación española hubiera deseado una presidencia hispanoamericana —en la persona del presidente argentino—, pero la designación de España representaba el propósito de la Federación de extenderse e incorporar a ese 40% de los católicos del mundo que habla en lengua española. La presidencia española, aseguró, miraría también con especial desvelo a ese 20% de la Iglesia que sufre y al mundo católico entero con el deseo de estimular y acrecentar la ayuda que los seculares habían de prestar en el plano internacional a la Iglesia. Era la primera vez, desde el cese de Joaquín Ruiz-Jiménez, en ese momento Ministro de Educación, que España presidía una de las organizaciones internacionales católicas, y sin duda de las más importantes. La presidencia que ostentaría España durante esos años iniciaba una etapa de gran responsabilidad

¹⁶ “Hemos preguntado. Presencia y acción...”, en *Revista de la Institución Teresiana*, junio de 1962.

¹⁷ A. García Pablos, “Elección de España para la presidencia de la FIC”, en *Ecclesia*, 27 de marzo de 1954.

para los Hombres de Acción Católica Española.¹⁸ En los planes de Otero, como nuevo presidente de la FIHC, entraba como tarea primordial incorporar a esta Federación los organismos de Hombres de Acción Católica en el exilio de los países situados tras el telón de acero, y también una ayuda más entusiasta y eficaz a los católicos perseguidos en estos países.¹⁹

El 4 de abril de 1954 se celebró el *Día de la Iglesia Perseguida* en toda España. La participación de la OCAU en esta jornada fue decisiva. En Madrid se celebró el 10 de abril, en el CSIC, un solemne acto en honor de la Iglesia perseguida, que fue presidido por el Nuncio de Su Santidad, Hildebrando Antoniutti. Ocuparon la presidencia, con el Nuncio, los ministros de Asuntos Exteriores, Martín Artajo, y de Justicia, Iturmendi; el presidente del Consejo de Estado, Ibáñez Martín; el Obispo-Consiliario General de la Acción Católica Española, Monseñor Vizcarra; el presidente de la FIHC y de la OCAU, Otero; y el Conde de Potocki, ministro de Polonia en España. Detrás de la presidencia se situaron las banderas de todas las naciones ocupadas por el comunismo, que fueron portadas por universitarios de la OCAU. Habló en primer lugar Otero para hacer la presentación del acto, refiriéndose a los santuarios marianos de todos los países pertenecientes a la Iglesia perseguida que en ese año mariano no podrían ser visitados por los fieles y que quizás lo hicieran con riesgo de su vida. Pronunció también un discurso Blas Piñar, de la Junta Técnica Nacional de la Acción Católica Española, quien refirió cómo, desde el punto de vista español, era más fácil comprender la tragedia

¹⁸ A. García Pablos, *ibidem*.

¹⁹ OCAU, *Memoria 1953-1954*, p. 16.

de la persecución religiosa en los países ocupados por el comunismo.²⁰

El 2 de mayo de 1954 celebró el CMSA, de la OCAU, su séptimo aniversario. El Colegio ofreció un almuerzo en honor de la Junta de Gobierno de la OCAU, representada por su presidente, Otero, y José María Mohedano Hernández, Francisco de Marosy, Blas Piñar López, Ricardo Fernández Maza y José María Riaza. El Secretario general de la OCAU, Mohedano, habló expresando el homenaje de los universitarios procedentes de la Europa central y oriental a Otero con motivo de su reciente nombramiento para el cargo de presidente de la FIHC. Otero contestó exhortando a los colegiales al cumplimiento de sus obligaciones respecto a la universidad, a la Iglesia y a sus patrias sojuzgadas por el comunismo.²¹

Durante el curso académico 1953-1954 se beneficiaron de la asistencia de la OCAU, que sufragó los gastos de alojamiento, alimentación, vestido, estudios, material de enseñanza, servicios médicos y dinero de bolsillo los siguientes universitarios: dos bielorrusos, 20 croatas, dos checos, seis chinos, 12 eslovacos, 13 eslovenos, 16 húngaros, 24 polacos, cinco rumanos, un servio y 26 ucranianos.²² La Junta de Gobierno de la OCAU se preocupó fundamentalmente en este periodo por resolver la colocación en España de todos los universitarios que después de terminar sus carreras deseaban quedarse en España, que eran la mayoría. Para ellos se trataba de conseguir que los títulos de estos universitarios tuvieran el valor profesional que les permitiera el ejercicio legal de la profesión.

²⁰ OCAU, *Memoria 1953-1954*, pp. 13-14.

²¹ OCAU, *Memoria 1953-1954*, pp. 22-23.

²² OCAU, *Memoria 1953-1954*, pp. 7-9.

Para aquellos que por diversas circunstancias no podían quedarse en España se trató de conseguir su colocación en otros países, fundamentalmente Hispanoamérica o Norteamérica.²³

El mejor exponente y testimonio de la labor que venía realizando la OCAU hasta el curso 1953-1954 fueron los 500 universitarios de esos países martirizados por el comunismo que habían pasado por la Obra desde su fundación, hacía siete años. “Las cartas que de ellos se reciben, su acendrado amor a España, manifestado desde los países a los que han marchado, desde el Canadá a Australia; su ejemplo de vida católica aprendido en España; sus éxitos profesionales, numerosos y elocuentes, prueban que la labor de la OCAU no ha sido en vano y que, aunque calladamente, da su fruto, aportando hombres que colaboran eficazmente con la sociedad y a los que la OCAU recogió en un momento de tragedia para ellos”.²⁴

En 1955 Otero estuvo en Brasil, en ocasión del Congreso Eucarístico Internacional.²⁵

En diciembre de 1961 Otero pronunció una conferencia en la Escuela de Periodismo de la Iglesia, donde se vanaglorió de haber formado, y de continuar formando, una magnífica pléyade de jóvenes investigadores y técnicos, solicitados en centros extranjeros, en la energía nuclear que “entró en la historia con estruendo, muerte y pavor, y que borró paisajes urbanos en niponas islas de porcelana y ensueño”.²⁶

²³ OCAU, *Memoria 1953-1954*, p. 17.

²⁴ OCAU, *Memoria 1953-1954*, p. 17.

²⁵ *Tribuna Imprensa*, 16 de julio de 1966.

²⁶ A. J. González Muñoz, “Figura de la semana...”, en *Diario de Navarra*, 16 de diciembre de 1961.

Actividad en la energía nuclear

Creación de la Junta de Energía Nuclear

En cierta ocasión, explicaba Otero que el mundo había conocido las aplicaciones prácticas de la ciencia atómica a través de las explosiones de Hiroshima y Nagasaki, y durante bastante tiempo el secreto absoluto se extendió a toda la ciencia y la técnica del núcleo. La creencia de los EU de poseer un monopolio del arma más terrible que jamás había conocido la humanidad contribuyó también a guardar el secreto militar normal a zonas de conocimiento totalmente ajenas a él. Los sensacionales casos de espionaje agravaron esta psicosis y la humanidad conoció únicamente, y aun en este caso de forma incompleta, las aplicaciones de la nucleónica a la agricultura, a la medicina y a alguna técnica. Sin embargo, la parte más importante y que mayores beneficios podía causar, la obtención de energía controlada de la escisión del átomo, cayó en la misma zona de reserva que las aplicaciones netamente militares.¹

¹ Otero, "Ginebra", 1955, p. 204.

Técnicamente, el que sabía hacer grandes pilas atómicas sabía hacer plutonio y podía obtener con ello los explosivos atómicos. Y pronto se comprobó, comentaba Otero, que esta tecnología era conocida por la entonces URSS, que había montado las oportunas pilas atómicas. Aparte de ello, la psicosis de espionaje, normas severísimas de depuración, dificultades prácticas de llevar el secreto a miles y miles de documentos y la parcial inutilidad de todas estas precauciones por la información que ya había recogido la URSS, se unieron al descontento de los científicos al sentirse estrechamente vigilados, con restricciones severas en su trabajo, al no poder comunicar y comentar sus hallazgos con sus colegas, así como al creciente desarrollo de las técnicas nucleares en otros países, que automáticamente siguieron una política de reserva idéntica a la de los EU, singularmente el Reino Unido, Canadá y Francia. Todo esto contribuyó a formar una corriente de opinión muy fuerte en el sentido de que convenía difundir mucho más la ciencia y técnica nucleares, particularmente en las típicas aplicaciones pacíficas y principalmente en la producción de energía con fines industriales.²

Un aliado extraordinariamente potente tuvieron los científicos y partidarios de una política de información más liberal: la industria pesada americana. La Comisión de Energía Atómica americana confió únicamente, explicaba Otero, en muy pocas industrias para colaborar en la construcción y puesta en marcha de sus instalaciones. Esta situación no complació en absoluto al resto de las industrias interesadas del país, pues consideraron que, aun sin beneficio monetario, la experiencia obtenida por las industrias seleccionadas les daba una extraor-

² Otero, "Ginebra", 1955. p. 205.

dinaria superioridad para el momento en que hubiese libertad industrial en las técnicas nucleares. De esta manera, la presión que se ejerció sobre el gobierno fue muy fuerte en cuanto a dar libertad absoluta o bien seleccionar a muchas más industrias, permitiéndoles realizar proyectos importantes, *secret* y *top secret*. De hecho, comentaba Otero que “nuestro proceso de beneficio de los minerales uraníferos y la metalurgia de los mismos tuvieron que realizarse con una información muy fragmentaria, recogida a retazos en diferentes países, convirtiendo la labor científica en una tarea prácticamente policiaca”.³

En Italia, la iniciativa respecto al aprovechamiento de la energía nuclear partió de las grandes empresas del norte.⁴ Efectivamente, algunos profesores de Universidades italianas trabajaban en Roma bajo el patrocinio del Consejo Nacional de Investigaciones y estaban creando un grupo de estudio que acabaría denominándose Centro di Studio per la Física Nucleare, a cuyo frente estarían Amaldi, Bernardini, Ferretti, etc. Simultáneamente, los más fuertes consorcios industriales crearon una sociedad privada, CISE —con el nombre ambiguo de Centro de Informazione, Studi ed Esperienza—, que operaba en Milán bajo la dirección de Bolla y asesorada por el grupo de Roma. Trabajaban en la obtención y purificación del uranio y de sus compuestos y necesitaban los minerales de base. Probablemente fue este grupo industrial el que encargó a Scandone los contactos en España y quizás en los EU.⁵

De esta manera, un hecho circunstancial abrió el camino para dichas investigaciones en España. Ya habían desfilado por el Daza de Valdés bastantes conferenciantes, algunos de

³ Otero, “Ginebra”, 1955, p. 206.

⁴ Sánchez, Otero, p. 26.

⁵ Villena, *op. cit.*, pp. 100-101.

ellos italianos. Se mantenían buenas relaciones con Matteini, representante de Officine Galileo. Éste expresó el deseo de Francesco Scandone, profesor de la Universidad de Florencia y asesor de Galileo, de dar unas conferencias en abril aprovechando su regreso de los EU, a lo que Otero accedió por supuesto. En la del 20 de abril de 1946, sobre contraste de fase, Scandone preguntó quién podría informarle sobre yacimientos de uranio. Baltá opinó que López de Azcona estaría enterado.⁶

Durán, al intuir que el asunto era importante, promovió una entrevista de Scandone con su buen amigo el general Vigón, director de la Escuela Superior del Ejército y persona culta e influyente. Scandone informó al general de la existencia del grupo de Milán que, con el apoyo de los discípulos de Fermi, estaba iniciando los estudios preliminares sobre la física atómica. Vigón llegó a la conclusión de que si Italia había iniciado investigaciones atómicas para las que precisaban el uranio que no tenían, el servicio que España podría darle al proporcionárselo podía facilitar el inicio en España de tales investigaciones, altamente secretas. El general tomó el asunto en sus manos y se enviaron pronto muestras del mineral por valija diplomática, por supuesto más pesada que de costumbre (una de ellas fue llevada personalmente por Otero, aprovechando un viaje a Roma). A cambio de ello, se abrió la posibilidad de enviar investigadores españoles para que se iniciaran en estos secretos e interesantes temas.⁷

El general Vigón pensó que el mejor centro de investigación para alojar reservadamente al grupo que había de iniciar

⁶ *Ibidem.*

⁷ *Ibidem.*

en España estos trabajos era el Instituto de Óptica, regido por un marino, e indicó a Durán que explicara a Otero el asunto. Como cobertura legal y financiera del proyecto se creó la Sociedad *EPALE* (Estudios y Patentes de Aleaciones Especiales), aparentemente privada, pero amparada por un decreto reservado. Su consejo de administración estaba formado por Otero, Durán, Lora y Sobredo, y su sede fue el Instituto de Óptica.⁸

A este proyecto se asignaron un físico teórico, Ramón Ortiz, que estaba desde el año anterior haciendo el doctorado en el Instituto, y un físico experimental, Carlos Sánchez del Río, ayudante de la cátedra de Durán e igualmente haciendo el doctorado en el Instituto. También se asignó a María Aránzazu Vigón, que era colaboradora del Laboratorio de Marina. Los tres comenzaron a estudiar el tema como preparación para ir a Italia.⁹ Otero y Durán fueron quienes convencieron a Sánchez del Río para que cambiara su orientación científica, pues hasta entonces se había especializado en óptica.¹⁰

El contacto personal con Scandone lo mantuvo Durán, quien finalmente, el 15 de octubre de 1946, fue a Roma, juntamente con los tres seleccionados que allí se quedaron hasta las vacaciones de Navidad. Pasadas las fiestas en España, volvieron a Italia, ahora a Milán, donde estudiaron hasta julio.¹¹

A principios de 1947, Otero presidió una Comisión de Física Aplicada (Comisión creada en el *CSIC*, por iniciativa del Patronato Juan de la Cierva) para dictaminar sobre los temas de física técnica de mayor interés para España. Otero, como presidente, elevó a las autoridades de la nación un informe donde

⁸ *Ibidem.*

⁹ *Ibidem.*

¹⁰ "Entrevista a Carlos Sánchez del Río", en Caro, *op. cit.*, p. 416.

¹¹ Villena, *op. cit.*, pp. 101-102.

consideró que el tema de la física nuclear y sus aplicaciones era por el momento prácticamente inabordable, dado el aislamiento diplomático e informativo en que se encontraba España, el total secreto que rodeaba las investigaciones nucleares y la falta de especialistas en estas materias.¹² Por ello, la visita de Scandone produjo sobre el profesor Durán y el General Vigón los efectos descritos: conocedores ambos del informe de Otero, entendieron que se abría a España la puerta de una posible colaboración con Italia, lo que permitiría formar allí a los especialistas de los que se carecía.¹³

Pocos meses más tarde, el agregado naval norteamericano en España, capitán de navío Lusk, que mantenía una sólida amistad con el entonces director del LTIEMA, Teniente Coronel Otero, regaló a la biblioteca del LTIEMA unas colecciones completas de revistas americanas de física y física aplicada, desde el comienzo de las hostilidades en 1939 hasta 1947, cuyos artículos dejaban de estar clasificados como *secretos* y salían por primera vez a la luz pública. Como estas colecciones faltaban en las bibliotecas españolas, Otero y su equipo las hojearon con “febril entusiasmo”, como comenta el propio Otero, haciéndoles conocer un “mundo nuevo”: las espectaculares bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki no fueron más que la consecuencia de un extraordinario trabajo científico desarrollado durante la guerra, y que continuó en la postguerra a un ritmo tal, que el 90% de las páginas de dichas revistas americanas trataban temas directa o indirectamente conectados con la física nuclear y sus aplicaciones.¹⁴

¹² Junta de Energía Nuclear (JEN), *25 aniversario Junta de Energía Nuclear*, Madrid, La Junta, 1976, 130 p.

¹³ Caro, *op. cit.*, p. 63.

¹⁴ José María Otero de Navascués, “El Teniente General D. Juan Vigón Suero Díaz y la ciencia española actual”, en *ARBOR*, 1955, núms. 115-116, p. 546.

Otero veía claro que el mundo se enfrentaba con un problema: el agotamiento progresivo de las fuentes tradicionales de energía. Sin embargo, la “providencia de Dios” daba una nueva fuente de energía: el núcleo atómico. Una vez que se dominara el aspecto de la fusión atómica se acabaría con cualquier preocupación energética futura.¹⁵

La tarea de leer y clasificar el material recibido exigía, según Otero, la actividad completa durante años de dos físicos bien preparados. Esta idea fue propuesta al entonces jefe del Estado Mayor de la Armada, almirante Arriaga, quien la trasladó al teniente general Vigón, que ya era jefe del Alto Estado Mayor. Vigón tomó con extraordinario interés la idea: recomendó que, de momento, esta tarea bibliográfica previa quedase concentrada en el LTIEMA, y ofreció asimismo toda la información que el Alto Estado Mayor poseía para completar la del centro de Marina.¹⁶

Otero y sus colaboradores más íntimos exploraron con detalle las posibilidades del desarrollo de la energía nuclear en España y encontraron dos dificultades esenciales, una de naturaleza económica, la otra relacionada con la seguridad. Desde el punto de vista económico, se dudaba de que las exportaciones españolas fuesen capaces de cubrir la demanda de divisas necesaria para la importación de equipos nucleares, a no ser que se desarrollase una industria nacional. Desde el lado de la seguridad, se reconocía la toxicidad de los inevitables produc-

¹⁵ José María Otero de Navascués, “La energía nuclear en el programa energético español”, Tercera Reunión de Aproximación Filosófico-Científica, Institución Fernando el Católico, 1-8 de noviembre de 1959, en *La Materia*, Institución Fernando el Católico (CSIC), Diputación Provincial de Zaragoza, 1961, p. 336.

¹⁶ Otero, “Vigón”, 1955, p. 546.

tos radiactivos generados en la fisión y la necesidad de tomar todas las precauciones necesarias y todas las seguridades para que estos productos no pudieran salir al exterior.¹⁷

El 8 de octubre de 1948 se reunieron en cierta estancia del LTIEMA cuatro personas que iban a ser los primeros nombres asociados a la energía nuclear española: Otero, Teniente Coronel de Ingenieros de Armas Navales y Director del LTIEMA; Manuel Lora Tamayo, Catedrático de Química Orgánica de la Universidad de Madrid; Armando Durán Miranda, Catedrático de Física de la Universidad de Madrid; y José Ramón Sobredo y Riobóo, oficial del Cuerpo de Intendencia de la Armada y miembro del cuerpo diplomático. La finalidad de tal reunión fue la comunicación de Otero de que los presentes habían sido honrados con el nombramiento de vocales de una junta que el gobierno había creado en septiembre de 1948 con carácter reservado: la Junta de Investigaciones Atómicas, predecesora de la Junta de Energía Nuclear. La Junta estaría presidida por el propio Otero, reservándose para Sobredo las cuestiones administrativas. Lora Tamayo y Durán Miranda fueron designados vocales de dicha Junta.¹⁸

La reunión de constitución de este nuevo organismo dentro del Estado español no tuvo apenas trascendencia, dado su carácter de reserva; pasó “sin pena ni gloria aparentes”. La prensa no se hizo eco de su constitución ni de sus fines y, sobre todo, no se divulgaron, por el momento, las verdaderas funciones del organismo. Así comenzó oficialmente la historia nuclear en España y, en este caso, el apelativo *oficial* sí tenía el carácter de tal. Fue el Gobierno que presidía Franco el que tomó la decisión.¹⁹

¹⁷ Caro, *op. cit.*, p. 240.

¹⁸ Caro, *op. cit.*, p. 28.

¹⁹ *Idem.*

La Junta de Investigaciones Atómicas abordó, desde el primer momento de su creación, tres tipos de actividad que sirvieron de fundamento para el desarrollo posterior: la formación de personal, el estudio de la explotación a pequeña escala de yacimientos de uranio, ya conocidos en el país, y la aplicación y desarrollo de diferentes técnicas que tenían que ver con la extracción, la metalurgia y la física del uranio.²⁰

La Junta surgió debido a la posibilidad de la primera colaboración internacional.²¹ Puesto que las naciones no mostraban ninguna inclinación a compartir con otras sus conocimientos nucleares, y la España de 1948 era una nación políticamente aislada, lógicamente le sería muy difícil, si no imposible, abrirse paso a la colaboración con otros países. Afortunadamente, el general Vigón tuvo el enorme acierto de elegir a Otero como presidente de la Junta de Investigaciones Atómicas. Otero era persona que a otras muchas cualidades unía una “singular habilidad para moverse en ambientes internacionales”, donde tenía un gran prestigio científico y personal, y contaba con el respeto y la estima de numerosas personalidades. Hablaba con fluidez varios idiomas, con una notable expresividad, sin que le importase deslizar algún pequeño error gramatical ni pretendiera ocultar su acento español, y conscientemente aprovechaba sus dotes de políglota para impresionar a sus interlocutores. Además, tenía un sólido renombre como investigador en óptica, lo que le había abierto las puertas de numerosos centros de investigación.²²

Poco después de constituida la Junta, Otero inició contactos con centros alemanes, suizos, británicos y, naturalmente,

²⁰ *Idem.*

²¹ JEN.

²² Caro. *op. cit.*, p. 63.

norteamericanos. En este último país recibió una ayuda valiosa de un jesuita español, el padre Sobrino, bien introducido en los ambientes científicos americanos. Como resultado de estos contactos, numerosos técnicos españoles fueron a recibir una especialización nuclear en el extranjero.²³ Cuando en 1958 el Jefe del Estado inauguró el Centro Juan Vigón, Otero, ya presidente de la JEN, agradeció públicamente la ayuda recibida en aquellos años. Dijo: “he de acordarme también de los viejos amigos de fuera de España, que cuando el secreto más completo reinaba en las técnicas nucleares nos abrieron sus centros de investigación”, y citó a los más destacados de estos *viejos amigos*: el norteamericano Alison, los alemanes Heisenberg y Wirtz, el francés Goldsmidt, los italianos Bolla y Amaldi y el suizo Scherrer.²⁴

En junio de 1949 Otero visitó en Milán a los tres españoles seleccionados para la investigación nuclear y siguió su viaje a Suiza y Alemania para tomar contacto con una serie de núcleos de investigación en óptica y en física nuclear. Simultáneamente encargó al agregado naval en Washington que le

²³ De esta forma, tras una adecuada preparación en Madrid, pasaron largas temporadas en centros, universidades o empresas para ampliar estudios los siguientes colaboradores: en los Estados Unidos, Plaza y Barceló (NBS), Villena (U. de Columbia), Solís y Martín Tesorero (U. de Harvard), Terol (U. de Connecticut), Goya (U. de Urbana); en Canadá, Velasco (NRC); en Inglaterra, Aguilar (NPL), Cruz y Tinaud (Imperial College); en Suecia, Velasco y Riquelme (U. de Lund); en Holanda, Rico (U. de Amsterdam); en Alemania, Catalina (PTB), Bellanato (U. de Freiburg), Redondo (U. de Berlín) y Villar (Voigtlander); en Francia, Vázquez y Saenz (Instituto de Óptica de París), Hidalgo, Martínez y Aguirre (U. de París), Aguilar (Museo de Historia Natural); en Suiza, Vigón (Politécnico de Zurich); en Italia, Saenz (Instituto de Óptica de Florencia) (Villena, “Otero...”, p. 99).

²⁴ Caro, *op. cit.*, p. 64.

comprara una serie de libros que constituyeron el inicio de la biblioteca sobre asuntos atómicos y nucleares.²⁵

En 1948, en el CISE (Centro de Información, Studi ed Esperienze) se tuvo noticia de que España, interesada por la energía nuclear, estaba haciendo una cierta prospección minera de uranio con resultados positivos. Entonces, el ingeniero Vittorio di Biasi presidente del CISE y consejero de la Edison de Milán, visitó a Otero y le manifestó su deseo de una colaboración JEN-CISE, proponiéndole una participación en la explotación de los yacimientos uraníferos españoles. Y así, en octubre de 1949 un grupo italiano bajo la dirección del profesor Bolla comenzó junto con otros geólogos españoles la prospección de la Sierra Albarrana, que pareció particularmente prometedora. Como muestra de agradecimiento, España envió a Italia unos 300 kg de uranio en forma de pezblenda de magnífica calidad. Como correspondía al signo secreto de los tiempos, el material llegó a España por valija diplomática.²⁶

En noviembre de 1949 el profesor Scherre, director del Politécnico de Zurich, dio en el Instituto tres conferencias sobre energía nuclear. En ese mismo mes, Otero, “por orden del general Vigón”, encargó al padre Sobrino, en la embajada española en Washington, que consiguiera la autorización del Pentágono para que viniera al Instituto a dar un curso sobre rayos cósmicos el profesor alemán Wirtz, que consecuentemente, y en 1950, estuvo tres meses en el Instituto.²⁷

En 1949 España estuvo tratando de romper su aislamiento internacional por la vía cultural. Otero, como vicesecretario de

²⁵ Villena, *op. cit.*, p. 102.

²⁶ Caro, *op. cit.*, p. 36.

²⁷ Villena, *op. cit.*, p. 102.

la Academia de Ciencias, que celebraba su centenario, invitó a las más importantes personalidades de la óptica y de la física atómica y nuclear, lo que le permitió estrechar relaciones y abrir puertas a los becarios españoles.²⁸

En 1950 comenzaron a obtenerse los frutos de la creciente dedicación de Otero a la física nuclear. Ortiz fue a especializarse al Instituto de Estudios Nucleares con Alison, y Catalá hizo lo mismo en Bristol con Gibson. En la Universidad de verano de Santander se desarrolló el curso “De la estructura de la molécula del núcleo atómico”, en que intervinieron los profesores Plyler y Alison de los EU; Heisemberg de Alemania; y Otero y Catalán del Instituto.²⁹

El 19 de enero de 1950 se produjo un cambio en el Consejo de la Junta de Investigaciones Atómicas. Por un escrito de la presidencia del gobierno se nombró presidente de esta Junta a Esteban Terradas e Illa, pasando Otero a desempeñar el cargo de consejero delegado. A últimos de febrero de ese año la Junta nombró una comisión especial para que estudiase la posibilidad de construir en España un acelerador de partículas. Constituyeron la comisión los vocales Colino y Durán, bajo la supervisión del consejero delegado, Otero. El 9 de mayo de 1950 falleció Terradas, haciéndose cargo, por unos días, de la Presidencia el consejero delegado, Otero, hasta la designación oficial, como presidente, del general Juan Vigón, según escrito reservado de la presidencia del gobierno de 23 de mayo. Otero explicó el nombramiento de Vigón del siguiente modo: “Cuando sucedí a Terradas en la presidencia de la Junta de Investigaciones Atómicas, pensé que la persona adecuada para

²⁸ *Idem.*

²⁹ Villena, *op. cit.*, p. 102.

ocupar el cargo era D. Juan Vigón, a quien se lo propuse. El general no quiso aceptar por lo que recurrí a la tradicional costumbre española de buscar una recomendación. Como el asunto era importante y Vigón difícil de convencer, busqué una recomendación muy fuerte: la del propio Generalísimo Franco. Dio resultado”.³⁰

La ampliación de las actividades del EPALE, no sólo en las áreas geológica y minera sino en las ya creadas: física, química, metalurgia y materiales, llevó al Consejo a considerar la conveniencia de no seguir manteniendo el secreto (después de casi tres años era ya un secreto a voces) y proponer al Gobierno que por una disposición del rango que procediese, se diera una nueva organización al servicio y a los trabajos encomendados a EPALE. Se sugirió un organismo con el nombre de Comisión de Energía Nuclear. Dicho organismo debería tener la base legal suficiente para llevar a cabo la explotación minera con toda la eficacia posible, tanto para los trabajos subterráneos como para los de cielo abierto. Fue, en efecto, en el área geológico-minera donde se encontraron las mayores dificultades, al tener que recurrir en la mayoría de los casos a la expropiación. Esta propuesta del consejo de EPALE llevó a la presidencia del gobierno a crear por Decreto-Ley de fecha 22 de octubre de 1951 la Junta de Energía Nuclear, cuyo nuevo consejo quedó constituido, en principio, por las mismas personas que componían la anterior Junta de Investigaciones Atómicas, es decir: presidente, Juan Vigón; consejero delegado o vicepresidente, Otero; vocales, Lora, Romero, Durán y Colino; y secretario, Sobredo.³¹

³⁰ Caro, *op. cit.*, pp. 32-33.

³¹ Caro, *op. cit.*, p. 34.

Los fundadores de la JEN tenían la ambición de que España participase, desde el principio, en los desarrollos científicos, técnicos e industriales que tuviesen lugar en esta tan prometedora nueva forma de energía. “¡No queríamos que se nos escapase el autobús!”, fue su lema preferido.³² Efectivamente, Otero comentó que por primera vez España se había lanzado a una empresa científica-técnica con amplitud y prácticamente al mismo tiempo que los países de gran tradición en las ciencias exactas naturales, y que gracias a ello, por una vez, “podemos salir del coloniaje científico y técnico, y no perder el autobús en esta segunda revolución industrial”. Esto además era lo “suficientemente atractivo” y “deslumbrante” para que la “juventud estudiosa” se incorporara a “nuestra aventura atómica”.³³

Explicaba Otero que el descubrimiento y la canalización práctica de la energía nuclear constituían una revolución industrial muy semejante a la originada por la invención de la máquina de vapor a fines del siglo XVIII. Sus frutos, sin embargo, no se dejaban aún sentir con toda intensidad. Uno de sus aspectos, el uso de isótopos radiactivos, había producido ahorros en los EU de 500 millones de dólares en 1956. Desde el punto de vista de producción de energía, Otero creía firmemente que era la energía del futuro y que por primera vez el hombre podía ver sin temor las perspectivas de aumento del consumo de energía de todas clases. En lo social, la energía nuclear había acercado con sus tareas y experiencias a todos los pueblos. Uno de los aspectos más atrayentes era haberse forjado una gran familia sin distinción de países. Por otra par-

³² “Entrevista a Antonio Colino”, en Caro, *ibídem*, p. 76.

³³ Roger Jiménez-Monclus, “La investigación atómica espera a los universitarios españoles”, en *Gaceta Universitaria*, 15 de febrero de 1963.

te, dado el papel importantísimo que una energía abundante y barata jugaba en el nivel de vida de los pueblos, se comprendía que la energía nuclear, “usada para el bien, represente un beneficio inmenso que la Providencia tenía reservado al hombre del siglo XX”.³⁴

La JEN era un organismo autónomo del Estado español, entidad de derecho público que gozaba de personalidad jurídica propia y de plena autonomía económica y administrativa, y que dependía directamente del Ministerio de Industria. Las misiones de este organismo eran fomentar, orientar y dirigir las investigaciones, estudios, experiencias y trabajos conducentes al desarrollo de las aplicaciones de la energía nuclear a los fines nacionales y a la promoción de una industria de materiales y equipos nucleares. También figuraba entre sus fines el asesoramiento a los organismos del Estado de todo lo referente a centrales nucleares y radiactividad, así como la inspección de instalaciones privadas nacionales dedicadas a esta actividad. Por último, formaba parte de su cometido instruir y entrenar a personal técnico de distintos niveles en la tecnología nuclear, a lo que se dedicó preferentemente el Instituto de Estudios Nucleares.³⁵

La JEN fue constituida como organismo análogo en objetivos y atribuciones a las diversas comisiones nacionales de energía atómica establecidas por entonces en los países más avanzados. Tales organismos fueron el motor inicial de desarrollo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, hasta que la industria privada tomó parte activa en la puesta en práctica de dichas aplicaciones. También la JEN, aun siendo esen-

³⁴ Aurora Rodríguez, “Entreviú con D. José María Otero Navascués”, abril de 1960, ADJON.

³⁵ ADJON.

cialmente un organismo estatal de investigación y desarrollo, supo despertar e impulsar a tiempo el interés de las empresas eléctricas en las posibilidades que ofrecía la energía nuclear, iniciándose con ello una larga y fructífera cooperación.³⁶

La principal virtud de la JEN consistió en que fue el único centro de investigación español que desarrollaba sus propias técnicas en vez de recurrir a aparatos ya comerciales. El principal defecto fue que abarcaba más campos de trabajo que los que razonablemente se podían atender con el personal y los recursos disponibles.³⁷

La energía nuclear en España entraba, por tanto, en otra nueva fase. El hermetismo cesó, las investigaciones que se llevaban a cabo se hicieron públicas y el trabajo desarrollado hasta el momento se dio a conocer por los científicos en los foros internacionales. La reacción no se hizo esperar: la industria española, convenientemente informada y asesorada por los que hasta entonces se habían ocupado del tema, se prestó a la colaboración con el organismo investigador dando comienzo al florecimiento de una nueva era en el panorama español: la era nuclear.³⁸

El primer consejo se reunió el 28 de noviembre de 1951 acordándose, con carácter prioritario, solicitar los terrenos en los que la JEN debería establecerse, seleccionando para tales unos que se encontraban al final de la Ciudad Universitaria.³⁹

El presidente de la JEN, general Vigón, delegó totalmente sus funciones internacionales en Otero. De esta manera el peso y la responsabilidad de las relaciones internacionales du-

³⁶ Caro, *op. cit.*, p. 40.

³⁷ "Entrevista a Carlos Sánchez del Río", en Caro, *ibidem*, p. 417.

³⁸ Caro, *op. cit.*, pp. 34-35.

³⁹ Caro, *ibidem*, p. 40.

rante 20 años, desde 1955 hasta 1975, recayeron directamente sobre Otero, quien se ocupó personalmente del tema. Sin embargo, “hay que recordar que si el impulso de imaginación y conocimiento, la fe creativa, procedían de Otero, no se habría convertido todo ello en una magnífica realidad sin el apoyo y la ayuda eficacísima de D. Juan Vigón con todo su talento e influencia política”.⁴⁰

Otero se apoyó o delegó facultades para asuntos concretos en personas de su confianza: sus colaboradores más asiduos fueron los profesores Durán, Sánchez del Río y Gutiérrez Jodra; principalmente el primero, cuando se trató de temas científicos, y el ingeniero y químico Pascual Martínez en todo lo referente a la industria y a las centrales nucleares. Durante esta época no llegó a existir en la JEN una Dirección de Relaciones Internacionales; hubo, sí, un asesor en el tema, que fue un miembro del cuerpo diplomático. En los últimos años de su mandato, Otero creó un comité de relaciones internacionales, presidido por él, y del que formaron parte, junto a los señores antes mencionados, algunas otras personas relevantes dentro de la JEN; como Secretario actuó el Jefe del Gabinete del presidente, José Ángel Cerrolaza.⁴¹

De esta manera, Otero visitó la Comisión de Energía Atómica (AEC) y, durante un almuerzo campestre e íntimo, invitado por el almirante Strauss, presidente de la AEC, con la compañía del gran matemático John von Neumann, ofrecieron la posibilidad de construir el reactor nuclear experimental de La Moncloa. En otro viaje posterior se trató con el nuevo *chairman* de la AEC y Premio Nobel de Química Glenn Seaborg, de la posibilidad de establecer una colaboración para la construc-

⁴⁰ “Entrevista a Antonio Colino”, en Caro, *op. cit.*, p. 76.

⁴¹ Caro, *ibidem*, pp. 64-65.

ción en España de un reactor de agua pesada, lo cual era un reconocimiento de la capacidad de la JEN, pero dificultades económicas hicieron inviable el proyecto.⁴²

Otero, desde el principio de la JEN, fue seleccionando los científicos más prestigiosos que había en la España de entonces y, con una visión pragmática de la situación, propició el envío de los mismos a los centros de investigación nuclear abiertos más importantes del mundo. El programa *Átomos para la paz*, promovido por la administración Eisenhower en 1953, que desclasificaba la mayoría de los trabajos relacionados con la producción pacífica de la energía nuclear, fue una ocasión excelente. De tal manera, el Instituto de Estudios Nucleares de la Universidad de Chicago y en ella el equipo de Enrico Fermi, recibió el primer grupo de científicos españoles. El profesor Gutiérrez Jodra se hallaba entre ellos.⁴³ Además, el 8 de diciembre de 1953 el presidente Eisenhower propuso crear una Agencia Atómica Internacional que pondría en un fondo común los recursos y las técnicas de todas las naciones para el desarrollo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.⁴⁴

En 1955, explicaba Otero, se celebró en Ginebra la primera conferencia de *Átomos para la paz*, convocada por la ONU como consecuencia del programa enunciado por el presidente Eisenhower, terminando entonces la época de secreto sobre la energía nuclear, ya que antes de esa fecha se enfocó primordialmente a los programas militares. Los esfuerzos en este periodo, hasta 1955, se centraron en los programas de investigación y desarrollo para llegar a la construcción de un reactor

⁴² "Entrevista a Antonio Colino", en Caro, *ibidem*, p. 77.

⁴³ Caro, *ibidem*, pp. 268-269.

⁴⁴ José María Otero de Navascués, "Conferencia de Ginebra sobre usos pacíficos de la energía nuclear", en *ARBOR*, 1955, núms. 117-118, p. 207.

de potencia cero con uranio extraído de nuestro propio suelo y con agua pesada obtenida también en España, partiendo de una tecnología que había que crear, puesto que “nada podía esperarse del extranjero en aquellos momentos”. Sin embargo, esta época sirvió de “gran enseñanza para convencernos a nosotros mismos de que también los españoles, sin ayuda exterior, podíamos crear una técnica y contribuir con soluciones originales al desarrollo de la energía nuclear en el mundo”.⁴⁵

Según Otero, el

ambiente de la conferencia fue extraordinariamente grato, volviendo a encontrarse en los temas nucleares la camaradería, el libre intercambio de experiencias e información y el fomento de la amistad entre las personas que trabajan sobre los mismos temas que campea y constituye la parte más grata y humana de los congresos científicos internacionales y que, desgraciadamente para sus cultivadores, no existía hasta ahora en el campo nuclear.

Sin embargo, esto no significaba que se fueran a publicar los “más íntimos secretos de la nucleónica” ya que dos límites bien marcados acotaban la difusión del conocimiento. Uno era el secreto militar (fabricación de explosivos atómicos en todas sus modalidades, fabricación de bombas atómicas) y el otro era el secreto industrial, que era normal en toda la investigación aplicada a la industria.⁴⁶

Pero, afirmaba Otero, después de Ginebra

habrán desaparecido para siempre los recelos casi histéricos y las prohibiciones totalmente injustificadas de dar información

⁴⁵ José María Otero Navascués, Marqués de Hermosilla, Numerario de la Real Academia de Ciencias, Presidente de la JEN, “La energía nuclear en España”, en *Arriba*, ADION.

⁴⁶ Otero, “Ginebra...”, 1955, p. 203.

sobre temas que, por otra parte, se sabía exactamente que los conocía de sobra el enemigo en potencia: localización de minerales radioactivos, beneficio de los mismos, metalurgia, teoría de los reactores, cálculo de los mismos, instrumentación, dispositivos de seguridad, control a distancia, metalurgia de los otros metales que interesan a la nucleónica, fabricación de agua pesada, etcétera.⁴⁷

La conferencia de Ginebra de 1955, explicaba Otero, había marcado una apertura de las fuentes de información de los grandes países nucleares. Una gran parte de los adelantos en el campo nuclear, especialmente todo aquello que podía ser utilizado en las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, salió a la luz pública. Fue un “aluvión de información” que hizo crear un “falso optimismo en cuanto a la situación real de la tecnología de las centrales nucleares”. Frente a ese optimismo la JEN mantuvo una “postura realista” y tuvo que actuar de “aguafiestas en algunas ocasiones” señalando que aún había un gran número de dificultades técnicas que, aunque no insalvables, era necesario remontar antes de llegar a una comercialización de las centrales nucleares.⁴⁸ Esta posición de la JEN actuó en consonancia con el talante propio de Otero, que nunca fue partidario de crear un “clima de extasios en nuestras propias perfecciones” sino de realizar un “a modo de examen de conciencia” ya que la “insatisfacción es tal vez la marca más característica de la actitud científica”.⁴⁹

⁴⁷ *Idem.*

⁴⁸ José María Otero Navascués, Marqués de Hermosilla, Numerario de la Real Academia de Ciencias, Presidente de la JEN, “La energía nuclear en España”, en *Arriba*, ADJON.

⁴⁹ Otero, “Investigación...”, *ARBOR*, 1964, p. 7.

Como vicepresidente de la JEN, Otero inauguró un curso de iniciación a la ingeniería nuclear, organizado por la Escuela Especial de Ingenieros Industriales de Bilbao, pronunciando la conferencia titulada *La ingeniería nuclear, una nueva rama de la ingeniería*.⁵⁰

La JEN, desde el comienzo de su actividad, consideró la conveniencia de establecer colaboraciones con otros centros de investigación, instituciones, organismos y empresas interesadas en las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en el campo de su especialidad, y que desarrollaban, o tenían previsto desarrollar, actividades de esta naturaleza. Para mejor llevar a cabo esta colaboración, se procedió a la creación de comisiones asesoras de la JEN constituidas por personas relevantes, tanto a título personal como en representación de las entidades señaladas anteriormente, interesadas en la aplicación de la energía nuclear. El objeto era, por una parte, despertar el interés por dichas aplicaciones y establecer programas de colaboración para la utilización práctica de las mismas y; por otra, beneficiarse la JEN de las sugerencias que, en las comisiones, pudiesen presentarse para el establecimiento de sus programas de investigación y desarrollo. Estas comisiones fueron, por orden cronológico, las siguientes: Comisión Asesora de Medicina y Biología Animal; Comisión Asesora de Biología Vegetal y Aplicaciones Industriales; Comisión Asesora de Reactores Industriales (CADRI); y la Comisión Asesora de Equipo Industrial.⁵¹ En enero de 1955, Otero convocó a la primera reunión de la Comisión Asesora de Medicina y Biología Animal, en la que fue nombrado presidente Gregorio Marañón.⁵²

⁵⁰ "Curso de iniciación a la ingeniería nuclear en Bilbao", ADJON.

⁵¹ Caro, *op. cit.*, p. 42.

⁵² Caro, *op. cit.*, p. 441.

La Comisión Asesora de Reactores Industriales (CADRI) fue creada por orden de la presidencia del gobierno de 19 de julio de 1955, dependiente de la JEN, y como organismo asesor de la misma. Posteriormente fue reorganizada, por orden de 24 de febrero de 1957. La comisión fue creada por considerar conveniente el gobierno centralizar, bajo la dirección de la JEN, todos los esfuerzos dispersos de otros organismos estatales, así como de grupos privados de la industria, con el fin de evitar duplicidades, costosas y contraproducentes, en el desarrollo de la energía nuclear. El presidente de dicha comisión asesora fue Otero, entonces vicepresidente de la JEN.⁵³

El programa *Átomos para la paz* y la primera Conferencia de Ginebra crearon en España el clima adecuado para dar el salto a la producción de electricidad con energía nuclear. Sin embargo, para tal actuación faltaba un elemento esencial: un acuerdo explícito entre los actores potenciales de la aventura. Y eso se produjo en 1956, en lo que se llamó el *Pacto de Olaveaga*. José María Oriol y Urquijo, Leandro José de Torrontegui y Otero, reunidos en Olaveaga (Bilbao) como representantes, respectivamente, del sector eléctrico, de la industria y de la administración, convinieron en que se daban las condiciones para afrontar el desarrollo industrial de la energía nuclear en España y acordaron dar los pasos necesarios a tal fin.⁵⁴

Según Otero, se había hecho mucho sensacionalismo en torno a la energía nuclear, sensacionalismo que perjudicaba el desarrollo de los usos pacíficos de la energía atómica, con el temor que producía todo lo relacionado con ella.⁵⁵ En una con-

⁵³ Caro, *op. cit.*, p. 44.

⁵⁴ Caro, *op. cit.*, pp. 173-174.

⁵⁵ "Conferencia del señor Otero Navascués en la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona", 1956. ADJON.

ferencia Otero afirmó que se debía considerar la obtención de energía eléctrica partiendo de los reactores nucleares como un desarrollo natural de los reactores de producción de plutonio (el impulso final vino del estudio y desarrollo de los reactores de propulsión para barcos, en especial para submarinos).⁵⁶

Manifestaba Otero que la JEN trataba de promover, investigar y desarrollar las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear. En otra conferencia que dio en 1956 Otero afirmó que España dispondría de kilovatios atómicos que podrían competir con el kilovatio térmico. En España la energía de origen nuclear entraba en competencia con las otras fuentes de energía, de tal manera que podía asegurarse que en 20 años el 80% de la energía que consumiera el país sería nuclear.⁵⁷ La desalación del agua del mar permitiría “transformar en feraces tierras, regiones hoy agostadas por una sequía permanente”.⁵⁸

Como una primera consecuencia de este *Pacto*, en los años 1956 y 1957, se crearon por iniciativa del sector eléctrico tres empresas privadas, CENUSA, NUCLENOR y TECNATOM, para desarrollar en España el uso de la energía nuclear en la producción eléctrica.⁵⁹ Y, a comienzos de 1958, NUCLENOR y CENUSA anunciaron públicamente la construcción de dos centrales nucleares, una en el norte y otra en el sur de España, para entrar en servicio en 1965. Poco después, Unión Eléctrica contempló la

⁵⁶ José María Otero de Navascués, “Hacia una industria nuclear”, conferencia pronunciada el 22 de mayo de 1957 en el Salón de Actos de la Casa Sindical dentro de las *Jornadas Nucleares* organizadas por el Sindicato de Agua, Gas y Electricidad, en *Energía nuclear*, julio-septiembre de 1957, núm. 3, pp. 15-16.

⁵⁷ “Doctor *honoris causa* de la Facultad de Ciencias de Valencia”, en *ABC*, ADJON.

⁵⁸ “Otero Navascués, presidente de la XV Conferencia Internacional de Energía Atómica”, en *Sevilla*, 23 de septiembre de 1971.

⁵⁹ Caro. *op. cit.*, p. 174.

posible construcción de una central nuclear en el centro de España. Este proyecto, muy influido por la experiencia americana de reactores de agua ligera, cristalizó en la central nuclear de Zorita.⁶⁰

En 1958 Otero fue nombrado vicepresidente de la Sociedad Europea de Energía Atómica, que reunió a todos los organismos de investigación en este campo, dentro de la Europa occidental.⁶¹ Otero comentó que las dos conferencias de esta sociedad en Ginebra en 1955 y 1958 habían constituido un despliegue inmenso de los conocimientos en ciencia y técnica nucleares. La primera había marcado el fin del periodo de secreto hermético y la segunda dio a conocer los progresos del trienio. Sin embargo, creía que su universalidad les restaba eficacia por la enorme cantidad de trabajos que se presentaban y el número excesivo de científicos y técnicos que frustraba las oportunidades de contactos personales.⁶²

Debido a la alta toxicidad de los productos radiactivos, se desarrolló la seguridad nuclear como una ciencia encargada de ubicar, construir y explotar instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas sin riesgo nuclear indebido. La seguridad nuclear en España recibió en 1958 un reconocimiento superior en ocasión de la inauguración del Centro Nacional de Energía Nuclear Juan Vigón. El ministro de Industria, Joaquín Planell Riera, se refirió a la seguridad nuclear y a la acción del Ministerio de Industria y de la JEN en este sentido. Para poner en práctica la declaración del ministro, el Director General de la JEN, Otero, ordenó ese mismo año de 1958 la creación de un Servicio de Seguridad Nuclear y envió a sus técnicos a for-

⁶⁰ Caro, *idem*, p. 174.

⁶¹ Villena, *op. cit.*, p. 107.

⁶² Aurora Rodríguez, "Entreviú con D. José María Otero Navascués", abril de 1960, ADJON.

marse en esta materia en la Escuela de Tecnología de Reactores de Oak Ridge (EU). Junto con estos estudios de formación, las principales actividades de dicho servicio incluyeron el análisis continuado de la seguridad de los experimentos por realizar en los distintos reactores y plantas radioquímicas asociadas, trabajando para las comisiones asesoras de seguridad nuclear, creadas a semejanza de lo que se hacía en otros países.⁶³

Presidencia de la Junta de Energía Nuclear

En septiembre de 1958, en coincidencia con la 2a. Conferencia Mundial sobre la Energía Nuclear que se iba a celebrar en Ginebra, causó baja como presidente de la JEN, a petición propia, el general Hernández Vidal, y fue nombrado Otero para sustituirle, que había intervenido desde los comienzos en la tarea de crear para España una empresa nuclear. “Su voluntad de gestión, capacidad creadora, íntimo contacto con el exterior y su conocimiento de la JEN desde antes de su creación”, lo convirtieron en promotor de lo que se podría llamar la *moderna JEN*. A lo largo de su amplio mandato, que se extendió desde 1958 hasta 1974, se constituyó la Junta en su máxima capacidad creadora, con actividades que se proyectaron en los terrenos económicos e industriales del país, promocionando realizaciones de gran trascendencia y estructurando la JEN para colaborar en las mismas. La JEN alcanzó en este periodo su “mayoría de edad”, y sus actividades de investigación científica y tecnológica se pusieron de manifiesto con la presencia destacada en reuniones nacionales e internacionales, en el

⁶³ JEN, p. 8/4.

número de sus publicaciones, trabajos, patentes, ayudas al exterior, colaboraciones internacionales y la presencia de sus especialistas en puestos destacados de estos organismos y reuniones.⁶⁴

En la JEN se desarrollaron dos niveles de actuación: el presidente Otero era el creador, el político que representaba todo el poder hacia el exterior. Pero hacia dentro, en la gestión de las actividades de cada día, Francisco Pascual, entonces Secretario General Técnico, fue quien administró la JEN.⁶⁵

Comentó Otero que en los primeros tiempos de la JEN se intentó dar solución a los problemas relacionados con el combustible nuclear, que era principalmente el uranio,⁶⁶ “piedra filosofal del siglo xx” respecto de la cual el “Todopoderoso nos ayude a servirnos de ella para su gloria”.⁶⁷ Una de las características fundamentales del combustible nuclear, comentaba Otero, era su elevado contenido energético: un kilogramo de uranio natural en forma de elemento combustible utilizado en las centrales nucleares comerciales tipo europeo podía producir 23 800 kwh eléctricos, es decir, cinco veces más de lo que consumiría anualmente un hogar moderno totalmente electrificado y provisto de cocina, nevera, lavadora, aspiradora, etc. Este elevado contenido energético se debía a que las reacciones nucleares eran entre un millón y 10 millones de veces más potentes que las reacciones químicas.⁶⁸

⁶⁴ JEN.

⁶⁵ Caro, *op. cit.*, p. 276.

⁶⁶ “Investidura del Sr. Otero Navascués como doctor *honoris causa* de la Universidad de Valencia”, en *Ya*, 1 de junio de 1967.

⁶⁷ José María Otero de Navascués, *Combustibles nucleares y los yacimientos radioactivos*, Universidad de Salamanca, Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste, 1963, p. 26.

⁶⁸ Otero, *Combustibles...*, 1963, pp. 3-4.

Los combustibles nucleares podían ser de uranio natural o de uranio enriquecido. El uranio natural era el que se encontraba en la naturaleza y el uranio enriquecido era aquel que contenía una proporción del isótopo U-235 (que es el isótopo cuya fisión o rompimiento proporciona casi toda la energía) superior a 0.71% que correspondía al uranio natural. Esta separación de isótopos, para conseguir el uranio enriquecido, requería instalaciones extraordinariamente costosas y un consumo de energía elevado, ya que, si se quería que fueran económicas, habían de ser de gran tamaño. Esto hacía que el uranio enriquecido fuera solamente asequible a muy pocos países y que otros muchos desearan utilizar primordialmente el uranio natural.⁶⁹

Se había estudiado la geofísica y mineralogía del uranio, que se presentaba en concentración de un kilo por cada tres toneladas de mineral. La sal pura producía los materiales de óxido y cloruro. A continuación venía una fase de alta compensación. Más tarde se recogían las cenizas radiactivas y el purificado del resto de las mismas. Los ingenios donde se realizaban todas estas operaciones no debían quedar muy lejos de su nacimiento y las cenizas habían de manejarse en una fábrica de muros de cinco metros de hormigón armado. De estas cenizas se obtenía también el plutonio. Tales operaciones absorbían 40% de la actividad de la JEN en determinado orden de asuntos y 30% en otros aspectos. Igualmente, Otero afirmó que España era el segundo país por lo que representaba la riqueza del uranio en relación con la Europa occidental.⁷⁰

⁶⁹ Otero, *idem*, pp. 10-11.

⁷⁰ "Investidura del Sr. Otero Navascués como doctor *honoris causa* de la Universidad de Valencia", en *Ya*, 1 de junio de 1967.

Explicó Otero que el mineral de uranio se encontraba generalmente en el mundo en yacimientos cuya riqueza era escasa, considerándolos explotables cuando la proporción de uranio metálico en el mineral era de 1%. En España había minerales desde esta riqueza hasta la de 1%.⁷¹ El primer paso en el ciclo del uranio lo constituía, explicaba Otero, la búsqueda de minerales que lo contuvieran. Los trabajos en este sentido se desarrollaban de forma escalonada. En primer lugar, se realizaba la denominada prospección general: por consideraciones geológicas se fijaban grandes zonas con mayores posibilidades y sobre ellas se realizaban los primeros estudios y reconocimientos para fijar dentro de las mismas las áreas que, por sus características o por las manifestaciones radioactivas obtenidas sobre el terreno, aconsejaban se realizara un estudio más detallado, pese a que aquellas fueran meros indicios. A continuación, en las áreas seleccionadas como más favorables se efectuaba lo que se denominaba prospección regional, cuyo objeto era localizar los posibles yacimientos de uranio existentes en dichas áreas. Localizados éstos, la fase siguiente comprendía el estudio, mediante calicatas o pequeñas labores, de estos yacimientos o manifestaciones radiactivas con el fin de tener una primera impresión de su importancia económica. Caso de que se considerase interesante, se pasaba a la fase de investigación minera mediante la apertura de pozos y galerías con objeto de hacer una valoración más exacta del yacimiento y llegar al establecimiento de las posibles reservas.⁷²

Sin embargo, los minerales de uranio eran pobres; normalmente contenían, como máximo, algunos kilogramos de U por

⁷¹ Otero. "Energía...", 1959, p. 343.

⁷² Otero. *Combustibles...*, 1963, p. 15.

tonelada (en la mayoría de las veces del orden de 1 kg por t), por lo que no permitían el transporte y era necesario concentrarlos en la propia mina o lo más cerca posible de ella. Para ello se recurría a métodos químicos tratando el mineral en fábricas de concentración. Una vez extraídos los minerales de uranio, y transportados a la planta de tratamiento, era necesario realizar un desmuestre, ya que la riqueza de estos minerales era baja y se precisaba conocer exactamente su contenido en uranio para estudiar los rendimientos de los procesos siguientes. Una vez desmuestrado el mineral y conocida su composición mediante los correspondientes análisis, se procedía al ataque químico de este mineral para disolver el uranio contenido. Este ataque podía efectuarse por dos métodos: mediante ácido sulfúrico diluido, que era lo más normal, o mediante una solución de carbonato sódico. El paso siguiente era la separación de la fase líquida, cuyo volumen había aumentado por lavados sucesivos, y que contenía el uranio, de la ganga estéril, proceso que se efectuaba mediante una filtración o una decantación.⁷³

Efectuada esta separación, la solución, muy diluida normalmente por el bajo contenido de uranio de los minerales, se pasaba a través de una columna de intercambio iónico que fijaban el uranio y que posteriormente, mediante un proceso de elución lo cedían obteniéndose una solución más concentrada, que presentaba la ventaja de que para una misma cantidad de uranio las cantidades que había que manejar en los procesos siguientes eran considerablemente inferiores. Finalmente, mediante la adición de sosa a dicha solución se precipitaba el uranato sódico que era, en unión de las impurezas que

⁷³ Otero, *idem.* pp. 16-19.

podía llevar la solución y que precipitaban con él, lo que se denominaban los concentrados de uranio, primer producto comercial de dicho elemento. Después estos concentrados se purificaban, ya que en los materiales nucleares, comentaba Otero, era fundamental su pureza, con objeto de que no contuvieran sustancias extrañas que pudieran absorber neutrones.⁷⁴

La primera zona española, comentaba Otero, en que se encontró uranio correspondió a Sierra Albarrana. Esta zona daba minerales de uranio muy ricos, de tipo brannerita, con contenidos de uranio que llegaban hasta 40 y 50%, pero aparecía en diques pegmatíticos, diseminados en la roca, sin ninguna regularidad, por lo que su extracción era extraordinariamente cara. De todas formas, el uranio obtenido en Sierra Albarrana fue extraordinariamente útil y proporcionó una experiencia de valor incalculable en todo lo que se refería al tratamiento de mineral de uranio, especialmente en la fase inicial comprendida entre 1948 y 1951. Posteriormente, y ya como descubrimiento de los Servicios de Prospección y Minería, se localizaron los primeros yacimientos de tipo filoniano en las zonas de Cáceres y de Cardeña y Santuario de Nuestra Señora de la Cabeza, esta última en los límites de las provincias de Córdoba y Jaén y abarcando parte de ambas. Posteriormente, hacia 1956-1957, se descubrieron los primeros yacimientos en la zona de Salamanca y se iniciaron los trabajos en los mismos y, más adelante, ya en 1958, aparecieron nuevos yacimientos, también de gran importancia, en la zona de Cáceres.⁷⁵

Manifestó Otero que uno de los temas de trabajo prioritario de la JEN era la llamada *batalla para nacionalizar el combustible nuclear*. La energía almacenada en una tonelada de

⁷⁴ Otero, *idem*, pp. 16-19.

⁷⁵ Otero, *idem*, pp. 8-9.

uranio equivalía a 35 mil toneladas de carbón. Puesto que se estaba descubriendo cada vez más uranio en España las posibilidades energéticas eran cada vez mayores. Por eso se deseaba abordar la construcción de un reactor y la de una pequeña central prototipo que permitiera lanzar a la industria española en la manufactura de equipo nuclear. Podía decirse que el fin último de la JEN era la creación en España de una gran industria nuclear.⁷⁶

Otro de los objetivos de la Junta era colaborar con la fabricación de equipos de las centrales nucleares. El informe de la Junta era preceptivo para que éstas pudieran ser montadas. También concernía a este organismo nuclear la organización y control de la parte nuclear y convencional de la industria pesada, así como los cálculos y teorías de reactores.⁷⁷

Manifestó Otero que la ayuda a la investigación extramural por parte de la JEN era de dos tipos: por un lado, había becas de doctorandos a universitarios e ingenieros, así como a técnicos medios; por otra parte, se subvencionaban directamente los trabajos de investigación que realizaban las universidades. Con ello se pretendía que nuevos técnicos e investigadores se incorporaran a la investigación aplicada y al desarrollo en temas nucleares, despertando nuevas vocaciones y procurando que todo el país convergiera en un esfuerzo que permitiría estar en la frontera de esta “nueva revolución industrial”.⁷⁸

Comentó Otero que el reactor de la Moncloa (JEN -1) fue crítico (es lo que tradicionalmente marca la partida de naci-

⁷⁶ Aurora Rodríguez, “Entreviú con D. José María Otero Navascués”, abril de 1960, ADJON.

⁷⁷ “Investidura del Sr. Otero Navascués como doctor *honoris causa* de la Universidad de Valencia”, en *Ya*, 1 de junio de 1967.

⁷⁸ Roger Jiménez-Monclus, “La investigación atómica espera a los universitarios españoles”, en *Gaceta Universitaria*, 15 de febrero de 1963.

miento de un reactor) el 13 de noviembre de 1958. Era de tipo piscina, en el que el agua tiene el triple papel de moderador, refrigerante y protector contra las radiaciones. Su potencia era de tres mil kilovatios térmicos. El reactor, con sus instalaciones anexas, supusieron unos 110 millones de pesetas. Los EU colaboraron con 350 mil dólares, que correspondían a 60% del material importado de América y además arrendaban la materia prima del combustible a interés bajo. Los elementos combustibles, al quemarse, producían los productos de fisión, que quedaban embebidos en la masa metálica que rodeaba el uranio. Cuando dichos elementos se desgastaban eran enviados a Norteamérica para su reproceso y recuperación.⁷⁹

El uranio del reactor de la Moncloa procedía de EU, ya que se trataba de uranio enriquecido en el isótopo más activo, el 235, que era preciso obtener en una planta de difusión gaseosa, instalación que sólo poseían EU, Gran Bretaña y la URSS. Este hecho provocó que en el acuerdo de cooperación con EU figurara una cláusula de seguridad que permitiera a los agentes de la Comisión de Energía atómica Americana vigilar el uso de los elementos combustibles del reactor. Dicha facultad la ejercieron con una “extrema corrección y no perturban para nada nuestro trabajo”.⁸⁰

A finales de 1958, la Junta reestructuró, y con carácter muy amplio, sus departamentos de trabajo, dándoles una orgánica equivalente a la de los países más avanzados y que se mantuvo hasta 1972, año en que volvieron a modificarse. En 1974 se reorganizaron de nuevo para adecuarlos mejor a los últimos objetivos.⁸¹ Comentó Otero que, dada la variedad inmensa en

⁷⁹ Aurora Rodríguez, “Entreviú con D. José María Otero Navascués”, abril de 1960. ADJON.

⁸⁰ *Idem.*

⁸¹ JEN.

las técnicas de la energía nuclear, el personal graduado que trabajaba en la JEN tenía las más diversas procedencias. Había licenciados de todas las secciones de la Facultad de Ciencias e ingenieros de todas las procedencias, sin olvidar los abogados que trataban de los difíciles problemas jurídicos de responsabilidad frente a los riesgos de las radiaciones. También tenían farmacéuticos, especialmente en la División de Medicina y Protección, y licenciados en Filosofía y Letras en los servicios bibliográficos. Montada como una gran empresa técnico-científica industrial, se tendió a que los salarios del personal fueran salarios de mercado, aunque se quedaron en el límite inferior.⁸²

Según Otero, había dos filosofías para la formación del personal técnico superior para la industria nuclear: una, la patrocinada por la Escuela de Oak Ridge de Ingeniería de Reactores, según la cual, aun partiendo de titulados en ingeniería, física, química o matemáticas, se pretendía dar a los graduados una idea de conjunto del problema y con ello se podía desembocar en el futuro en una rama nueva de la ingeniería: la nuclear. La otra escuela, patrocinada por el Massachusetts Institute of Technology, trataba de introducir ideas nucleares en las especialidades básicas de la ingeniería, es decir, introducir el elemento nuevo, que era la radiación, en los problemas clásicos involucrados en las técnicas nucleares, esto es, a un físico hacerlo físico nuclear; a un ingeniero especialista en estructuras, hacerle calcular estructuras para reactores; a un metalúrgico, plantearle problemas de la metalurgia de los metales nucleares o de los metales sometidos a la acción de la radiación; a un químico, los de la separación isotópica por difusión gaseosa, etcétera.⁸³

⁸² Aurora Rodríguez, "Entreviú con D. José María Otero Navascués", abril de 1960. *ADJON*.

⁸³ Otero, "Industria", 1957, pp. 32-33.

Esto, según Otero, llevaba a considerar la complejidad de la industria nuclear. Se precisaban especialistas en un campo extraordinariamente vasto.⁸⁴ Pero todo este conjunto de especialidades tenía un factor común: la presencia de la radiación. Sin ella no habría ingeniería nuclear. Sin embargo, junto a los especialistas debía haber técnicos que tuvieran una visión de conjunto de todos los problemas, aunque después se especializaran en uno de ellos, y esta era la tarea fundamental del ingeniero.⁸⁵

Además, toda una sección de la JEN, con 12 doctores y licenciados de Medicina, Farmacia, Biología, Física y Química; con 50 auxiliares más, tenía como única misión la protección

⁸⁴ Matemáticos y fisicomatemáticos para el cálculo del núcleo del reactor; químicos para el estudio en escala de laboratorio de los procesos de beneficio de los minerales de los metales nucleares, para el estudio de la radioquímica, de los isótopos y su producción, para controles de pureza y para todas las técnicas de la Química analítica, esenciales en la obtención y tratamiento de las primeras materias; ingenieros químicos para las plantas piloto, para las plantas de concentración, para la obtención de moderadores; metalúrgicos para las investigaciones de metalurgia física de los metales nucleares y sus aleaciones, para las investigaciones sobre elementos combustibles; ingenieros metalúrgicos para la producción en escala industrial de uranio, torio, plutonio, berilio y circonio y sus aleaciones; ingenieros de estructuras para el cálculo de estructuras y blindajes; ingenieros mecánicos y electricistas para los problemas de transmisión del calor, para los servomecanismos y para la parte convencional de las plantas productoras de energía; ingenieros especialistas en electrónica para los elementos de control, para los servos; físicos para los experimentos críticos, para las pilas de energía nula y de investigación, para determinar constantes nucleares, para la investigación básica general de física nuclear y la aplicada al desarrollo de nuevos tipos de reactores; geólogos e ingenieros de minas para la prospección y minería, para la concentración física de minerales, para los estudios petrográficos y geofísicos; y médicos, con sus físicos sanitarios y especialistas en higiene industrial, para conseguir ese impresionante *record* de seguridad que ha tenido la industria nuclear, incluyendo la bélica (Otero, "Industria", 1957, pp. 32-33).

⁸⁵ Otero, "Industria", 1957, pp. 32-33.

del personal de la JEN. El éxito había sido completo, pues en todos los años de funcionamiento no había habido el más mínimo trastorno patológico debido al efecto de la radiación.⁸⁶

La JEN desarrolló sus actividades principalmente en el Centro Nacional de Energía Nuclear Juan Vigón, situado en La Moncloa e inaugurado por el Jefe del Estado en noviembre de 1958, donde estaban la mayoría de los laboratorios y plantas-piloto. También existían en funcionamiento la fábrica de uranio General Hernández Vidal, en Andújar (inaugurada oficialmente en 1960); la de agua pesada de Sabiñánigo (Huesca), y distritos mineros en Andújar, Cáceres y Ciudad Rodrigo, más equipos de prospección radiológica que recorrerían todo el ámbito nacional.⁸⁷ En el Centro de Energía Nuclear Juan Vigón trabajaban mil personas, 100 en la fábrica de uranio de Andújar y unos 900 en la prospección geológica e investigación minera de los tres distritos de Andújar, Ciudad Rodrigo y Cáceres.⁸⁸

Sin embargo, también manifestó Otero que el presupuesto “queda muy corto frente a las necesidades de apoyo de investigación y desarrollo al programa de centrales, y frena las actuales posibilidades técnicas de la Junta”.⁸⁹ Desde 1961 Otero fue presidente del Organismo Europeo de Energía Nuclear dentro de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD).⁹⁰

⁸⁶ Aurora Rodríguez, “Entreviú con D. José María Otero Navascués”, abril de 1960, ADJON.

⁸⁷ *Ibid.*

⁸⁸ Roger Jiménez-Monclus, “La investigación atómica espera a los universitarios españoles”, en *Gaceta Universitaria*, 15 de febrero de 1963.

⁸⁹ “España ante el desarrollo atómico. Declaraciones del Presidente de la JEN”, ADJON.

⁹⁰ Villena, *op. cit.*, p. 107.

España se adhirió al CERN (compuesto por 12 países: Alemania Occidental, Austria, Bélgica, Dinamarca, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Holanda, Italia, Noruega, Suecia y Suiza) en 1961 por iniciativa de la JEN (hoy Ciemat), lo que dio lugar al nacimiento de la comunidad española de investigadores en partículas elementales, primeramente sólo en su parte más accesible, menos costosa y quizás más atractiva para los jóvenes físicos en una cultura como la española, la actividad teórica; pero a continuación, más débilmente, también en su aspecto experimental. Y el lugar donde la gran mayoría de ellos iniciaron sus actividades fue en la sede de la JEN, aunque alguno lo hiciese en la propia Universidad, o en el CSIC. La labor de Otero, presidente de la JEN, auténtico impulsor del organismo y promotor de la colaboración con el CERN, y la del profesor Carlos Sánchez del Río, que seleccionó entre los estudiantes una gran parte de los futuros investigadores, permitió el nacimiento de la comunidad española de física de partículas.⁹¹

En 1962 se hicieron críticos los reactores *Argos* y *Arbi*, construidos por la JEN para las escuelas técnicas superiores de ingenieros industriales de Barcelona y Bilbao, respectivamente.⁹²

Manifestó por entonces Otero que en 1958 Graig Hosmer, miembro de la Cámara de Representantes por California y también de la Comisión para Energía Atómica, del Congreso de los EU, después de un viaje de estudios por todo el mundo había colocado a España en sexto lugar en el desarrollo de la tecnología nuclear, inmediatamente después de los Cinco Grandes (EU, URSS, Inglaterra, Francia y Canadá). Era evidente que este puesto no podía ser mantenido a la larga y que países de mucho mayor potencialidad científica y económica que

⁹¹ Caro, *op. cit.*, pp. 312-313.

⁹² ADJON.

España la desplazarían, como Alemania, Japón e Italia. Pero además la congelación de los presupuestos desde este año hasta 1962, hizo que nos adelantasen en 1963 también Suecia, Bélgica y la India, estando en trance de hacerlo Dinamarca y Suiza. De entre todos estos países, señaló Otero, solamente tenían programa nuclear militar los EU, URSS, Inglaterra y Francia.⁹³

En 1963, al regresar de los EU Guillermo Velarde, Otero le encargó de todos los estudios y análisis referentes a las armas nucleares, empezando con uno sobre la viabilidad de un artefacto explosivo nuclear empleando plutonio. Durante los años sesenta, la mayoría de las naciones con centros de investigación nuclear realizaron estudios de este tipo. España era entonces considerada como la sexta potencia nuclear, y durante toda la existencia de la JEN fue considerada entre las 12 primeras. Era lógico que la JEN quisiese evaluar el esfuerzo científico, técnico y económico necesario, no para desarrollar una futura arma nuclear, sino para lo que luego resultó ser lo más importante: evaluar con precisión si un determinado país estaba desarrollando armas nucleares y así poder calcular el riesgo asociado. En diciembre de 1964 Velarde terminó el estudio, contra el cual no hubo ningún tipo de presiones, ya que era habitual que naciones con un cierto desarrollo nuclear hiciesen esta clase de estudios.⁹⁴

En marzo de 1963 Otero asistió en Ginebra a una conferencia organizada por la ONU para la ayuda científica y técnica a los países subdesarrollados. Después, en una entrevista, Otero afirmó que en los yacimientos que había en el oeste de

⁹³ Roger Jiménez-Monclus, "La investigación atómica espera a los universitarios españoles", en *Gaceta Universitaria*, 15 de febrero de 1963.

⁹⁴ "Entrevista a Guillermo Velarde", en Caro, *op. cit.*, pp. 394-395.

Salamanca se habían calculado las reservas de uranio en lo equivalente a 50 millones de toneladas de carbón, las cuales bastarían para poner en funcionamiento las dos centrales que se hallaban en construcción. Para las otras tres grandes centrales que estaban en proyecto sería necesario montar tres fábricas de conversión de uranio.⁹⁵

A principios de 1962, el Gobierno aprobó la realización del anteproyecto avanzado del reactor DON (Deuterio-Orgánico-Natural) y el programa de investigación y desarrollo necesarios. El anteproyecto avanzado se realizó en mayo de 1963 en colaboración y bajo contrato con Atomic International en sus laboratorios de Canoga Park; en él participaron siete técnicos españoles de la JEN y empresas privadas y estatales. Uno de los objetivos primordiales del proyecto DON era desarrollar un tipo de central apropiada para las necesidades españolas y que permitiera, en grandes tamaños (200 a 300 Mw), la utilización del uranio natural como combustible, ya que España contaba con yacimientos de uranio y su empleo en reactores nucleares la haría independiente de todo suministro extranjero.⁹⁶

Sin embargo, para el tamaño del prototipo (30 Mw) no era posible emplear únicamente uranio natural, sino que era necesario utilizar también elementos enriquecidos. En los estudios previos se mantuvo el criterio de realizar el diseño del núcleo de forma que se obtuviese la mayor cantidad posible de energía de los elementos naturales, reduciendo al mínimo la utilización del uranio español. Finalmente se resolvió el problema de enviar uranio español para su enriquecimiento en el extranjero.

⁹⁵ Joaquín Jiménez, "Dr. Otero Navascués: en España hay uranio suficiente", en *Diario de Navarra*, 19 de marzo de 1963.

⁹⁶ Francisco Pascual, *El proyecto "Don"*, Madrid, Forum Atómico Español, 1963, pp. 5-7.

ro. Esto hizo reconsiderar el problema del diseño del núcleo del reactor DON, de forma que sin perder de vista el futuro objetivo (empleo únicamente del uranio natural en los reactores grandes) no se consideró fundamental la máxima utilización del uranio natural en el prototipo.⁹⁷

Una de las preocupaciones de la JEN, en relación con el proyecto DON, fue la participación de la industria en el mismo. Esta participación fue en su mayor parte realizada a través de empresas productoras de energía eléctrica, en el sector privado, y por el Instituto Nacional de Industria (INI) en su conjunto, en el sector estatal.⁹⁸

En 1963, en el curso de una comida ofrecida por el conde de Motrico, embajador de España en Francia, a Gaston Palewski (Ministro de la Investigación de Francia), invitado por el Ministro de Industria español, Gregorio López Bravo, Otero, presidente de la JEN, gran amigo del conocido científico del Comisariado de la Energía Atómica (CEA) y antiguo ayudante de madame Curie, Bertrand Golschmidt, le había sugerido la idea (sobre la que habría hablado al Jefe del Estado Español) de la construcción de una central nuclear en Cataluña (Vandellós I, en Tarragona), que podría estar conectada a la red eléctrica francesa. Como resultado de la comida se transmitió una nota sobre el asunto al embajador español, para que a su vez la sometiese al Jefe del Estado. Ello ocurrió el 15 de noviembre. El 23 de noviembre de 1963, un protocolo financiero previó un préstamo del Estado francés al español de 750 millones de francos a un bajo interés, que dio prioridad a la construcción de una central nuclear. La nota en cuestión fue

⁹⁷ Pascual, *Proyecto...*, pp. 5-7.

⁹⁸ Pascual, *Proyecto...*, p. 18.

motivo de gran interés por parte de las sociedades eléctricas españolas.⁹⁹

Pierre Roux, de EDF, se presentó en la sede del INI, en Madrid, para hacer entrega del *libro azul* de la central EDF 4, de Saint Laurent des Eaux. Se trataba de una descripción técnica de la central nuclear que sería el modelo para la que se construyese en Cataluña. Entre los técnicos nucleares del INI aquello fue ya un claro presagio de que se construiría una central con tecnología francesa. El 1 de julio de 1964, López Bravo designó a Otero como encargado del proyecto y dirigió al Administrador General del CEA, Robert Hirsch, una petición oficial de información acerca de los precios de la central EDF 4.¹⁰⁰

Se tomó una decisión de principio en octubre de 1964. El acuerdo fue aprobado y ratificado por los dos jefes de Estado (el general De Gaulle y el general Franco) para la construcción conjunta, por las industrias de los dos países, de una central nuclear que funcionaría con uranio natural suavizado con grafito y enfriado con gas. Esta central se situaría en Cataluña.¹⁰¹

Hay que añadir que en aquella época ni Francia ni España habían suscrito el Tratado de No Proliferación y, en consecuencia, Vandellós I no estaba sometida al control de la OIEA; su utilización se apoyó en el principio de gestión mixta entre EDF y el grupo de productores eléctricos catalanes, y sobre todo en la confianza mutua entre los dos países después de una larga colaboración en el dominio nuclear.¹⁰² Las presiones internacionales aparecieron cuando en 1972 entró en funcionamiento la Central Nuclear de Vandellós I. Al emplear uranio

⁹⁹ Caro, *op. cit.*, pp. 185-186.

¹⁰⁰ Caro, *op. cit.*, p. 186.

¹⁰¹ "Entrevista con Bertrand Goldsmid", en Caro, *idem*, p. 26.

¹⁰² *Idem*.

natural y no estar sometida a las salvaguardas de la OIEA, se podía disponer libremente del plutonio producido.¹⁰³

El 23 de noviembre de 1964 se inició en el Centro Juan Vigón el Simposio Hispano-Británico de Energía Nuclear, cuya apertura presidieron sir William Penney, presidente de la Comisión de Energía Atómica del Reino Unido, y Otero, presidente de la JEN.¹⁰⁴

En 1965 Otero fue confirmado como presidente de la Sociedad Europea de Energía Atómica.¹⁰⁵ Dicha sociedad venía a ser la voz *en off* de la ciencia nuclear europea. Su finalidad era intercambiar información a través de coloquios científicos, cinco o seis al año sobre temas concretos, y una vez al año se organizaban sobre temas más amplios invitando a ellos a científicos americanos y canadienses.¹⁰⁶ Otero afirmó: “Una gran camaradería y confraternidad científica reina en el mundo de la ciencia y la técnica nuclear, especialmente manifestadas en la mutua ayuda e intercambio de información. Esto ha hecho que el progreso en todos los centros haya sido grande y rápido”. Respecto a la sociedad, Otero afirmó que de la “seriedad y autenticidad de este organismo habla muy claro el hecho de celebrarse periódicamente una reunión, especie de *capítulo de culpas*, en las que se hace balance de tropiezos y problemas”.¹⁰⁷

A principios de abril de 1965 Manuel Quinteiro, de la División de Ingeniería de la JEN, recibió la siguiente notificación de

¹⁰³ “Entrevista a Guillermo Velarde”, en Caro, *op. cit.*, p. 395.

¹⁰⁴ *El Alcázar*, 24 de noviembre de 1964.

¹⁰⁵ Villena, *op. cit.*, p. 107.

¹⁰⁶ *Ya*, 19 de mayo de 1965.

¹⁰⁷ J.L.L., “La constelación de organismos europeos de energía atómica. Un español, don José María Otero Navascués, presidente de la Sociedad Europea de Energía Atómica”, en *Ya*, 19 de mayo de 1965.

Otero: “La Ley sobre Energía Nuclear (25/1964, de 29 de abril) prevé la existencia del Instituto de Estudios Nucleares con el fin de coordinar la investigación y la enseñanza relacionada con la energía nuclear. Ruego a Vd. realice las gestiones necesarias para la puesta en marcha con la mayor rapidez posible del mencionado Instituto, tarea para la que contará con todo mi apoyo”. Quinteiro pidió audiencia a Otero para que le diera la razón de este encargo, y Otero le contestó lo siguiente:

Ud. ha seguido recientemente los cursos de posgraduados en ingeniería nuclear en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Como sabe, pienso que ese es actualmente el mejor centro de enseñanza de ingeniería nuclear en el mundo. Manson Benedict, su decano, me pidió que le autorizase para continuar trabajando allí. Creo que Ud. puede sernos más útil a nosotros tratando de establecer aquí un instituto para la formación científica y tecnológica del personal que precisa el campo nuclear al nivel más alto posible, y creo que MIT es una buena guía por seguir.

No se trata de suplantar la labor que corresponda a los centros de enseñanza de nuestro país, sino de apoyarlos en la medida de nuestras fuerzas, para que puedan cubrir al menos los niveles más básicos, complementándolos nosotros en los niveles de mayor especialización. Pondremos en marcha cursos sólo en aquellos casos en que ningún otro centro esté capacitado para ello, y trataremos de potenciar a quienes puedan relevarnos en el futuro.

El instituto deberá incorporar todas las actividades actuales de la JEN en coordinación y apoyo a la investigación nuclear en el exterior, así como los cursos de formación que ya hemos venido realizando. Creo que nuestro país tiene un porvenir brillante en el campo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, y tene-

mos la obligación de formar a todas las personas que el país va a necesitar para su desarrollo.¹⁰⁸

Según Otero, el sistema pedagógico del Instituto de Estudios Nucleares estaría formado por unos cursos que durarían un año o dos. Se llevarían a cabo dos tipos fundamentales de estudios: de *físico nuclear* y de *ingeniero nuclear*. El primero, con las disciplinas fundamentales de teórica física y estudio de las partículas elementales, y el segundo con la disciplina fundamental de metalurgia.¹⁰⁹

De esta manera, para mejor promover y coordinar las actividades para extender el área de conocimientos a las personas que, sin pertenecer a la JEN, habrían de utilizar la energía nuclear, tanto en el aspecto aplicado a diversos sectores como en el aspecto teórico de investigaciones menos orientadas, se creó por ley del 19 de abril de 1965 el Instituto de Estudios Nucleares, dentro de la JEN. Estaría regido por un patronato cuyo presidente sería el de la JEN, es decir, Otero. Las actividades del Instituto se distribuyeron en tres campos: la organización de cursos regulares o estancias de formación en la JEN, la concesión de becas para investigación y la subvención a grupos universitarios o técnicos que realizaran trabajos relacionados con la tarea que se llevaría a cabo dentro de la Junta.¹¹⁰

El 15 de julio de 1966 Otero, en compañía de Gutiérrez Jodra y Fernández Collini (ambos de la JEN), llegó a Río de Janeiro (Brasil) para visitar durante cuatro días las instalaciones nucleares (sobre todo el reactor tipo Argonauta) de Río y

¹⁰⁸ Caro, *op. cit.*, pp. 274-275.

¹⁰⁹ Alfredo Rodríguez Alos, "La investigación atómica pide voluntarios. Declaraciones del Presidente de la JEN", en *Gaceta Universitaria*, 15 de marzo de 1965.

¹¹⁰ JEN.

de São Paulo, pronunciando en el Instituto de Energía Atómica de esta última ciudad una conferencia el día 18 sobre el programa nuclear español, y salió el día siguiente a Buenos Aires para firmar un acuerdo de cooperación técnica con Argentina. Otero habló con los reporteros del aeropuerto y afirmó que España estaba en la vanguardia de los programas de investigación y desarrollo de reactores nucleares con un vasto programa de construcción de tres de ellos. Informó además que 2 300 personas se ocupaban de las tareas específicas de la JEN y 300 científicos de los programas de desarrollo e investigación sectoriales.¹¹¹

Otero declaró en Brasil que la mente humana era igual en todas partes, razón por la cual todos los países tenían condiciones para desarrollar sus investigaciones nucleares para fines pacíficos, contando con su propio personal siempre que los gobiernos dieran oportunidades y confiaran en sus científicos. El mundo estaba viviendo ahora una fase de revolución científica, que transformaría radicalmente los métodos de trabajo de los hombres, teniendo como base el aprovechamiento de la energía nuclear. Defendiendo la aplicación pacífica de los átomos, Otero afirmó que en 20 años un mínimo de 60% de la energía utilizada en todo el mundo sería nuclear.¹¹² Reconocía que el desarrollo nuclear de un país era muy complejo, pero que, cuando se conseguía, el desarrollo en general estaba enteramente asegurado.¹¹³ Destacó tres campos importantes de

¹¹¹ “Ciência atômica da Espanha chega ao Brasil”, en *Tribuna Imprensa*, 16 de julio de 1966.

¹¹² “Cientistas dizem que todos terão Átomos para a paz”, en *Jornal do Comércio*, 16 de julio de 1966.

¹¹³ “Energia nuclear é complexa, mas resolve, diz Navascués”, en *Jornal do Brasil*, 17 de julio de 1966.

aplicación de la energía nuclear: fortalecimiento de la fuerza motriz, aplicación en la conservación de alimentos y la transformación del agua salada en agua dulce. Explicó que los trabajos científicos en el campo nuclear se estaban desarrollando por entidades privadas bajo la orientación de la Junta, que estaba compuesta por miembros retirados de la alta administración del país y de las industrias.¹¹⁴

La utilización de la energía eléctrica de origen nuclear —continuaba Otero— tenía una importancia vital y podía ser conseguida con recursos comunes en un país en vías de desarrollo. Definiendo la aplicación de la energía eléctrica como una de las tres utilidades prioritarias de la energía nuclear, Otero apuntó un factor económico: “una vez que la energía de origen nuclear sea mucho más barata que la térmica tradicional”.¹¹⁵ Efectivamente, el combustible atómico era mucho más barato y duradero que los combustibles clásicos, como el carbón, el petróleo y el gas. Como ejemplo, afirmó que una tonelada de uranio equivalía a 14 mil toneladas de carbón. De esta forma, con el empleo de la energía nuclear se podía hacer un enorme ahorro que podía revertir en grandes progresos para España.¹¹⁶ Manifestándose contrario a la aplicación de la energía nuclear para fines militares, Otero destacó que no estaba probado que la energía atómica provocara siempre anomalías y dolencias, como el cáncer o la leucemia.¹¹⁷ Al respecto, el empleo de la energía nuclear en la cura del cáncer sólo curaba

¹¹⁴ “Cientistas dizem que todos teráo Átomos para a paz”, en *Jornal do Comercio*, 16 de julio de 1966.

¹¹⁵ *Idem*.

¹¹⁶ “Energía nuclear é complexa, mas resolve, diz Navascués”, en *Jornal do Brasil*, 17 de julio de 1966.

¹¹⁷ “Cientistas dizem que todos teráo Átomos para a paz”, en *Jornal do Comercio*, 16 de julio de 1966.

plenamente el cáncer de tiroides, pero en los otros casos apenas atenuaba los dolores y prolongaba la vida.¹¹⁸

El 20 de julio de 1966 la Comisión de Energía Atómica de España, compuesta por Otero y otros dos miembros de la JEN (Luis Gutiérrez Jodra, director del Departamento Industrial y Plantas-Piloto, y Ricardo Fernández Cellini, director del Departamento de Química e Isótopos), suscribió en Buenos Aires un convenio de colaboración en el campo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear con la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina. Por la comisión argentina firmó el contraalmirante Oscar Quihillalt, y por la española Otero, capitán de navío.¹¹⁹ El acuerdo comprometía a las partes a prestarse asistencia recíproca y colaboración científica y técnica con la finalidad de contribuir al desarrollo en ambos países de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear por un lapso de 10 años prorrogable por decisión de las partes.¹²⁰ Quihillalt manifestó que el convenio “no implica sino dar exteriorización formal a una íntima vinculación que como un imperativo histórico de la raza estaba ya consumado en los hechos”.¹²¹

Aseguró Otero que por intermedio de España la Argentina podría beneficiarse con las investigaciones que se efectuaban en el CERN, de gran importancia para las determinaciones de la estructura real de la materia. Explicó Otero que el CERN tenía por objeto mantener un alto nivel europeo en la investigación atómica. “No sólo no intervienen los EU —comentó risue-

¹¹⁸ “Energía nuclear é complexa, mas resolve, diz Navascués”, en *Jornal do Brasil*, 17 de julio de 1966.

¹¹⁹ *Síntesis de la Industria*, 20 de julio de 1966.

¹²⁰ *La Nación*, 21 de julio de 1966.

¹²¹ *La Prensa*, 21 de julio de 1966.

ñamente—, sino que somos amables competidores en la investigación científica”. Se acababa de aprobar un estudio sobre la factibilidad de construcción de un nuevo sincrotrón 10 veces mayor que el existente. Debería instalarse en un lugar de tal estabilidad geológica que sólo se produjeran oscilaciones en el terreno no superiores a un décimo de milímetro por cada 100 metros. De 160 emplazamientos posibles, luego de dos años y medio de estudios se había reducido el número a ocho con la probabilidad de que se situara en España, cerca del Escorial, aun cuando hubiera otros dos buenos sitios, uno en Bélgica, cerca de las Ardenas, y otro en Francia, entre Niza y Marsella.¹²²

Destacó Otero también que tanto la Argentina como España tenían buenas reservas de material fisiónable y que sus investigaciones eran similares, si bien las reservas de combustibles convencionales en Argentina hacían que las necesidades de producción de electricidad por energía nuclear no fueran tan apremiantes como en España.¹²³ Después, Otero fue recibido por el canciller argentino, doctor Nicanor Costa Méndez, visitando a continuación, en su despacho, al presidente de la Nación, teniente general Juan Carlos Onganía.¹²⁴ La comisión española permaneció en Argentina ocho días,¹²⁵ en cuyo lapso

¹²² *La Nación*, 21 de julio de 1966.

¹²³ *Idem*.

¹²⁴ *La Prensa*, 21 de julio de 1966.

¹²⁵ El 25 de julio de 1966 Otero dio una conferencia titulada *La investigación científica y técnica y el plan de desarrollo* en la Oficina de Cultura de la embajada de España (*La Nación*, 25 de julio de 1966). Ese día también Otero disertó sobre el tema *25 años de investigación de la vida en España* en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (*La Nación*, 26 de julio de 1966). Otero además disertó sobre *La investigación en España*, en el Instituto Cultural Hispano-Argentino, y sobre *La investigación científica en la marina española*, en la Escuela de Guerra Naval (*Faro de España*, 1 de agosto de 1966).

visitaron tanto las distintas instalaciones y laboratorios de la comisión argentina en Buenos Aires como las dependencias del Centro Atómico de San Carlos de Bariloche.¹²⁶ Durante su estancia en Argentina, Otero, en una reunión en el Plaza Hotel, manifestó que España también mantenía intercambio científico con los EU, Gran Bretaña, Italia, Suiza y Suecia, pero que las relaciones más cordiales eran con Francia.¹²⁷

El 31 de mayo de 1967, en ocasión de su investidura como doctor *honoris causa* por la Universidad de Valencia, Otero manifestó que había en construcción tres centrales nucleares en España: la primera, en el valle alto del Tajo, en Zorita de los Canes (Guadalajara), que tendría una potencia de 153 mil kilovatios; la segunda, en el alto Ebro, en Santamaría del Garona, con 440 mil kilovatios; y la tercera, en Vandellós (Tarragona), con 480 mil kilovatios. Dijo además que una central nuclear era “siempre absolutamente inofensiva y no causa molestias de ningún género a su contorno”.¹²⁸

A las 21:58 horas del 30 de junio de 1968 se hizo crítico por primera vez el reactor de la Central Nuclear José Cabrera en Zorita (Guadalajara), que había de ser la primera central nuclear de España. Ese mismo año fue inaugurada por el Jefe del Estado. Al ser la primera su comportamiento técnico fue seguido muy de cerca por el resto de las empresas interesadas en futuros proyectos nucleares. Con posterioridad fue lugar de entrenamiento de las dotaciones de las centrales nucleares de Almaraz, Lemoniz y Ascó, así como del personal proceden-

¹²⁶ *Síntesis de la Industria*, 20 de julio de 1966.

¹²⁷ *La Prensa*, 27 de julio de 1966.

¹²⁸ Carlos Senti Esteve, “El profesor Otero Navascués será investido esta mañana doctor *honoris causa* por la Universidad de Valencia”, en *Levante*, 31 de mayo de 1967.

te de lugares tan diversos como Finlandia, Cuba, Alemania, Chile y los EU entre otros. De sus cuadros salieron jefes de central y personal técnico altamente cualificado para proyectos como Almaraz o Trillo.¹²⁹

En marzo de 1965 el CERN se puso de moda en los medios científicos por su proyecto de un gigantesco acelerador de 300 GeV, que era probable que se construyera en un país perteneciente a dicho organismo (como ya había comentado Otero en la Argentina). El presupuesto para tales instalaciones alcanzaría los 1 500 millones de francos suizos. La potencia instalada para alimentar el centro de investigación de este gran sincrotrón sería de 300 mil kilovatios, cantidad de electricidad casi equivalente a la mitad que precisa Madrid. Las características de extraordinaria estabilidad geológica que requería el emplazamiento de esta máquina y otras circunstancias hacían que dichos lugares fueran extraordinariamente raros. España había presentado una propuesta con varias alternativas para la instalación del referido acelerador en su territorio.¹³⁰

Varios físicos jóvenes habían ido a especializarse y a trabajar al CERN; a su regreso, algunos habían ganado cátedras de Universidad. Otero consideraba que el CERN era una escuela de primerísima categoría para formar buenos científicos. Sin embargo, hacia la mitad de la década y bajo la presidencia del subsecretario de Industria, se constituyó una comisión que comenzó a estudiar la conveniencia de que España continuara en el CERN. Analizado el asunto con objetividad, se concluyó que había argumentos que aconsejaban la continuación y otros tan buenos como aquellos que inducían a abandonar. El pro-

¹²⁹ Caro, *op. cit.*, pp. 175-178.

¹³⁰ *Ya*, 19 de mayo de 1965.

blema fue, pues, de ponderación entre unos y otros, y aquí es donde surgieron las discrepancias.¹³¹

Otero encabezó un grupo, donde estaban físicos jóvenes, que consideraban que el aprendizaje en el CERN compensaba con creces el costo de la cuota de los miembros. El grupo opositor, que incluía a las autoridades del Ministerio de Industria, estimaba que la investigación básica en partículas elementales no era una de las prioridades científicas de España. Alrededor de estas dos posturas se inició una polémica, más radical a medida que pasaba el tiempo; el Ministro de Hacienda hizo causa común con los objetores, mientras que Asuntos Exteriores y Aire (del que dependía la Comisión Nacional de Investigación del Espacio [Conie], semejante al CERN en técnica espacial) deseaban la continuación. Otros ministros tomaron posturas en uno u otro sentido, de acuerdo con afinidades o antagonismos políticos entre ellos. Otero se lanzó, con el “ímpetu característico en él”, a la defensa de lo que consideraba indubitable.¹³²

Con todos los argumentos y medios a su alcance, Otero intentó convencer al gobierno, pero fue en vano. Entonces, recurrió a sus apoyos internacionales. A lo largo de un periodo de casi un año, la JEN invitó a visitar a España a toda una serie de grandes personalidades de la física, casi todos ellos premios Nobel, muy relacionados con Otero: Heisenberg, Teller, Rabi, Seaborg, Le Prince-Ringuet vinieron como huéspedes de un organismo que dependía del Ministerio de Industria. El programa fue semejante en todos los casos: conferencias en la JEN y en el CSIC, o en la Real Academia de Ciencias, visitas a centros de investigación, recorridos culturales, etc. Sistemá-

¹³¹ Caro, *op. cit.*, pp. 66-67.

¹³² *Idem.*

ticamente, el programa incluyó dos cosas: una entrevista con diversas autoridades, incluido el Ministro de Industria, en la que el visitante recomendaba la permanencia de España en el CERN; y una rueda de prensa, donde algún periodista adicto a los criterios de Otero hacía las oportunas preguntas relativas al CERN. Si las relaciones entre Otero y su ministro hasta entonces no habían sido cordiales en exceso, aún se enfriaron más.¹³³

En este contexto, el 28 de mayo de 1968 el profesor Gregory, director general del CERN, visitó en compañía de Otero el reactor rápido experimental CORAL I, en las instalaciones de la JEN en La Moncloa. Manifestó Gregory que cuatro de los cursos que se daban en la escuela de verano del CERN corrían a cargo de jóvenes profesores españoles, del más alto nivel científico: “No es fácil, dijo, encontrar entre los numerosos países de Europa un grupo tan calificado para dar un tono de tan alto nivel a estos cursos”. Expresó que el CERN era un buen ejemplo de cómo una firme colaboración entre los países europeos podía ser competitiva, desde el punto de vista científico, con las investigaciones que realizaban en los EU. El número de investigadores, presupuesto y resultados obtenidos por el CERN eran en todo semejantes a los que se conseguían en los EU y la URSS en la física de las altas energías.¹³⁴

Por la tarde del mismo día tuvo lugar, en el Aula Magna del Monasterio del Escorial, la apertura del curso que la Escuela Internacional del CERN celebró este año en España. El acto fue presidido por el subsecretario de Industria, de las Cuevas López, asistiendo al acto inaugural Gregory, Otero y el subsecretario de Educación, Monreal Luque. Entre los invitados de honor se encontraba la Reina Federica de Grecia, el presidente del CSIC,

¹³³ Caro, *idem*, pp. 67-68.

¹³⁴ “Visita del profesor Gregory a la JEN”, en *Energía nuclear*, mayo-junio 1968, núm. 53, pp. 305-308.

Lora Tamayo, y el presidente de la Academia de Ciencias, Julio Palacios. Otero se refirió a cómo varios de los profesores de la universidad española habían desarrollado y desarrollaban trabajos como investigadores del CERN y cómo, gracias a la colaboración de este organismo, habían surgido los grupos de física de altas energías de la JEN y de las universidades de Barcelona, Valencia, Sevilla y Valladolid. Por último, se refirió a la posibilidad de que *La gran máquina* de 300 GeV del CERN, el más potente acelerador de partículas que habría en el mundo, fuera instalado en las proximidades del Escorial.¹³⁵

Gregory destacó el éxito del CERN en el gran impacto sobre el desarrollo tecnológico de la electrónica más avanzada, así como la estrecha colaboración entre científicos y técnicos y universidades de los países miembros. Señaló con gran relieve el alto rendimiento económico del CERN, que había permitido que el gasto por investigador, pese a tratarse de una rama tan avanzada de la ciencia, fuera semejante al de la investigación aplicada. La disolución del CERN, añadió Gregory, representaría una ruptura del equilibrio que debía existir entre la investigación básica y la aplicada. Cerró el acto de las Cuevas diciendo que el gobierno español fomentaría este tipo de participación española dentro del contexto de la investigación europea, ya que para ciertos países resultaría prohibitivo realizar aisladamente cierto tipo de investigaciones demasiado caras.¹³⁶

A pesar de todo, Otero no triunfó: el Consejo de Ministros no se atrevió a decidir la retirada de España del organismo, pero, para su continuidad, impuso condicionantes prácticamente incumplibles. Nueva batalla de Otero, esta vez en Ginebra,

¹³⁵ *Idem.*

¹³⁶ *Idem.*

donde recibió el apoyo caluroso del embajador Pérez Hernández, gracias a cuya gran profesionalidad se consiguió un imposible: el CERN aceptó *de facto* los condicionamientos españoles, aunque, por impedirlo su propia reglamentación, no pudo hacerlo en cuanto a la forma. Ello dio lugar a que el ministro de Industria consiguiera del gobierno la retirada española del CERN, ocurrida en octubre de 1968. El disgusto de Otero fue enorme, su salud se resintió y las relaciones con su ministro adquirieron una tirantez extrema. Puede decirse que la declinación, tanto política como física de Otero era ya un “hecho irreversible”.¹³⁷ Por culpa de esta retirada, España se ausentó de las investigaciones básicas sobre uno de los temas de vanguardia de la ciencia contemporánea: la estructura íntima de la materia.¹³⁸

En 1968, la administración española publicó una nueva normativa sobre planificación eléctrica, en la que se confió a Unesa la presentación al Ministerio de Industria de una propuesta de Plan Eléctrico Nacional para el periodo 1972-1981. En 1969, el ministerio aprobó el primer Plan Eléctrico Nacional 1972-1981, en el cual figuraba un incremento de la potencia nuclear en dicho periodo de ocho mil Mw. Al amparo de este primer plan se contrató con Westinghouse en 1971 el equipo principal para seis grupos de 930 Mw cada uno: Almaraz I y II, Lemoniz I y II, y Ascó I y II.¹³⁹

El 2 de octubre de 1969 se clausuró en Viena la XIII Asamblea General del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), entidad de carácter mundial dependiente de la ONU, que

¹³⁷ Caro, *op. cit.*, pp. 67-68.

¹³⁸ Manuel Calvo Hernando, “Otero Navascués, uno de los hombres a quienes más deberá la España del siglo xx”, en *Ya*, 6 de septiembre de 1974.

¹³⁹ Caro, *op. cit.*, p. 174.

promovía el uso pacífico de la energía nuclear y de la que eran miembros 103 países. En la última sesión de la asamblea se procedió a la elección de siete puestos en la junta de gobernadores del organismo, seis de carácter regional y uno de carácter no vinculado a región geográfica alguna.¹⁴⁰

A España no se le asignaba representación determinada por zonas geográficas, lo que equivalía a un reconocimiento de su importancia propia en el campo nuclear. Tal importancia fue subrayada por el representante español permanente ante la OIEA y embajador de España en Viena, marqués de Castellflorite, que recordó que en el año anterior se habían extraído en España 800 mil toneladas de uranio, lo que la colocaba en uno de los primeros puestos del mundo entre los grandes países productores. La importancia real de España en el mundo nuclear se encontraba en contraste con su ausencia, desde 1961, de la dirección del Organismo, así como con la escasa presencia de científicos españoles en la OIEA.¹⁴¹

Para este puesto sin vinculación geográfica fue elegida España, tras una votación más unánime que para el resto de las vacantes, pues se obtuvieron 56 votos a favor, 6 abstenciones y ninguno en contra. Para dicho cargo de gobernador del OIEA, de Viena, se designó a Otero. En esta nueva etapa del Organismo Internacional, sobre cuyas actividades iba a ejercer una gran influencia el tratado de no proliferación de armamento nuclear y la expansión de la ciencia y técnica nucleares en el mundo, la elección de un español en un cargo directivo tuvo gran significación.¹⁴² La elección de España para la junta

¹⁴⁰ "España en el mundo. Otero Navascués, gobernador internacional de Energía Nuclear", en *El Alcazar*, 3 de octubre de 1969.

¹⁴¹ *Sevilla*, 9 de octubre 1969.

¹⁴² "España en el mundo. Otero Navascués, gobernador internacional de Energía Nuclear", en *El Alcazar*, 3 de octubre de 1969.

de gobernadores significó el pleno reconocimiento internacional del peso específico de España en el empleo de la energía nuclear con fines pacíficos y coronaba los esfuerzos de la representación española en el organismo para poner fin a la “injustificable exclusión” de la dirección del mismo durante los pasados ocho años. El acierto de la gestión de los representantes españoles ante la OIEA había logrado así la adecuada recompensa.¹⁴³

A la vista del gran desarrollo nuclear que al parecer iba a tener lugar y las dificultades que se anunciaban para el suministro de servicios de enriquecimiento se suscitó entonces un considerable interés en los futuros reactores reproductores rápidos. Se estableció contacto muy estrecho con los programas europeos (Gran Bretaña, Francia y Alemania) y se exploraron las posibilidades de programas de colaboración. Entre 1969 y 1970 se efectuaron tres viajes de información a alto nivel a las instalaciones de los tres países. Por la JEN participaron Otero, Colino, Sánchez del Río, López Rúa y Palacios. También participaron los representantes del Ministerio de Industria, del sector eléctrico y de la parte industrial. Como resultado de estos contactos se elaboró un Plan de Reactores Rápidos que se incluyó como gran proyecto en el segundo Plan de Desarrollo.¹⁴⁴

Por una regla no escrita de la OIEA, la presidencia de la conferencia general y de sus comisiones seguía un turno rotativo entre regiones. En 1971 correspondió a Europa occidental la presidencia de la XV Conferencia General de la OIEA, reunida en el Palacio Imperial de Viena, así como la de una de las

¹⁴³ Sevilla, 9 de octubre de 1969.

¹⁴⁴ Caro, *op. cit.*, p. 338.

comisiones. El Ministerio de Relaciones Exteriores de España consideró que se podría obtener para Otero el puesto de presidente de la comisión de Programas, por lo que, siguiendo la costumbre, empezó a solicitar el apoyo de otras naciones. Cuál sería el asombro de las autoridades españolas cuando Otero recibió una llamada de su amigo Bertrand Goldsmidt, director de Relaciones Internacionales del Comisariado Francés, quien le comunicó que un importante grupo de naciones deseaba proponerle para la presidencia de la conferencia general, si España lo aprobaba. Era absolutamente insólito que alguien ocupara la presidencia sin que lo hubiera pedido o negociado su propio gobierno. Tras darse la aprobación española, Otero fue elegido por unanimidad presidente de la Asamblea General el 21 de septiembre de 1971. Más adelante se supo la razón de un hecho tan singular: por los ambientes nucleares internacionales había corrido el rumor de que Otero iba a cesar en su cargo de la JEN y sus amigos extranjeros coincidieron en que merecía que, como homenaje a su dedicación y valía, la comunidad científica internacional le honrase nombrándole presidente de la conferencia de la OIEA.¹⁴⁵

Este cargo que iba a ocupar Otero no había sido nunca ocupado por un español y sólo dos veces por representantes de países de Europa occidental. Otero manifestó en el discurso de apertura de la XV Conferencia: “Interpreto mi elección para este cargo como un homenaje a los esfuerzos realizados por España en pro de los desarrollos pacíficos de la energía nuclear”.¹⁴⁶

Otero, poco después de ser elegido presidente, declaró al corresponsal de la Agencia Cifra en Viena que debían redo-

¹⁴⁵ Caro, *idem*, p. 68.

¹⁴⁶ “Otero Navascués, presidente de la XV Conferencia Internacional de Energía Atómica”, en *Sevilla*, 23 de septiembre de 1971.

blarse los esfuerzos del organismo para apoyar el desenvolvimiento de la energía nuclear en los países en vías de desarrollo. En este aspecto señaló varios de los numerosos problemas que planteaba su implantación: en primer lugar, los problemas de infraestructura, que no justificaba, con frecuencia por falta de concentración industrial suficiente, la creación de centrales nucleares de gran potencia; en segundo lugar, por los problemas técnicos; y en tercer lugar, por la barrera financiera, pues aunque el mantenimiento de las centrales nucleares apenas llegaba a 25% del costo de otros combustibles, la capitalización para su creación resultaba costosa. Citó al respecto el caso de España, donde la participación nacional era ya de 40% de los gastos totales, pero donde era necesario que la industria nacional llegara a cubrir 80% de las instalaciones. Como punto final, Otero planteó una enorme preocupación por la necesidad de educar al público en su actitud ante la energía atómica. Señaló el absurdo de que en Austria misma, sede central de la OIEA, se estuviera llevando a cabo una campaña contra la instalación de un reactor de tipo industrial.¹⁴⁷

El 27 de septiembre de 1971 concluyó esta conferencia, destacándose la habilidad y el certero sentido desplegado por Otero en la dirección de los debates. Alemania occidental, Chile, Polonia y diversos portavoces de África y Asia plantearon una moción de gracias a la presidencia. De gran interés para la mayoría de los miembros fue la resolución apoyada por España de que se encomendara un estudio para lograr centrales nucleares de energía de tamaño reducido destinadas a los países en vías de desarrollo, ya que el llamado tamaño crítico o límite de tamaño hacia abajo de la energía nuclear, decisivo

¹⁴⁷ "Otero Navascués, presidente del Organismo Internacional de Energía Atómica", en *Madrid*, 22 de septiembre de 1971.

para la rentabilidad, no se alcanzaba en la mayoría de los países en vías de desarrollo por lo concerniente a sus necesidades.¹⁴⁸

Sin embargo, los enormes esfuerzos y las íntimas luchas y tensiones que Otero había mantenido durante todos estos años para lograr que se convirtieran en realidad sus ilusiones, perjudicaron su salud y empezó a sufrir depresiones transitorias, pero profundas. Por tal causa, Colino fue forzado por el gobierno a dejar la dirección de Marconi Española y aceptar la vicepresidencia ejecutiva de la JEN con dedicación plena.¹⁴⁹

...tanto esfuerzo intelectual y físico, tan continuos viajes por toda Europa, tantas veladas escribiendo informes o preparando conferencias, tanta tensión debido a la responsabilidad acumulada, fueron minando la naturaleza de Otero, que comenzó, demasiado pronto, a sentir achaques. Hacia 1972 se recrudecieron sus dolencias, por lo que se vio obligado a reducir sus actividades. No siempre encontró comprensión y apoyo, necesarios y obligados a un hombre que había hecho tan titánico trabajo. Esto le dolió en el alma, retirándose a su hogar, donde sólo unos pocos tuvimos el placer de seguir escuchando los consejos y los recuerdos de una mente aún lúcida aunque erosionada por los años de incesante e inquisidora tensión.¹⁵⁰

El trabajo a escala semiindustrial de mayor envergadura que entonces se realizó fue la fabricación de 55 toneladas de uranio metálico en barras, que se enviaron a Francia para transformarlas en el combustible de la Central de Vandellós I. Esta fabricación terminó en mayo de 1972. Durante el tiempo que

¹⁴⁸ *Ya*, 28 de septiembre de 1971.

¹⁴⁹ "Entrevista a Antonio Colino", en Caro, *op. cit.*, p. 77.

¹⁵⁰ Villena, "Otero...", p. 107.

transcurrió desde que las barras de uranio fueron fabricadas hasta su envío a Francia fue preciso su almacenamiento en condiciones de seguridad física. El presidente Otero, con añoranza, sin duda, de sus años de director de LTIEMA y recordando que en este laboratorio nació la JEN, gestionó con las autoridades de la Armada que el material quedara almacenado en un paño subterráneo, situado en el jardín del CIDA (nombre que había tomado el LTIEMA en la década anterior), el cual se empleaba como almacén de vidrio óptico. Una placa colocada por la dirección del CIDA en la entrada del pañol conmemora este suceso, que recuerda una importante realización de la JEN.¹⁵¹

El 30 de abril de 1974 Otero solicitó la excedencia especial en la plaza de Jefe de Departamento a extinguir en el Instituto de Óptica Daza de Valdés del organismo autónomo Patronato de Investigación Científica y Técnica Juan de la Cierva, de la cual era Funcionario de Carrera D-3.¹⁵² En septiembre de 1974 cesó como presidente de la JEN, para ser sustituido por el Teniente General Jesús Olivares Baqué.¹⁵³ Olivares, sin embargo, delegó la mayor parte de las relaciones internacionales en Otero, reservándose para sí mismo tan sólo aquellas a las que estaba obligado por razones de representatividad o protocolo.¹⁵⁴ También continuó con la misma trayectoria política que Otero, poniendo el acento en dos temas: la cooperación con América y la presencia española en el OIEA.¹⁵⁵

¹⁵¹ Caro, *op. cit.*, p. 101.

¹⁵² Aciemat, Expediente Personal.

¹⁵³ JEN.

¹⁵⁴ Caro, *op. cit.*, p. 64.

¹⁵⁵ Caro, *idem*, p. 68.

Actividad en el desarrollo científico y en la metrología

En 1942 Otero fue nombrado miembro del Comité Ejecutivo del CSIC y de su Patronato Juan de la Cierva.¹ A propuesta de Otero, el secretario general del CSIC redactó una disposición “reuniendo a los Institutos de investigación y trabajos físicos en un Instituto Nacional de Física, en el que podrían integrarse [...] aquellos otros centros que [...] estimen la conveniencia de dicha vinculación”. Albareda, al felicitarle el 23 de febrero de 1946 por la creación del Instituto, le comunicó que esta disposición saldría más tarde.²

EL CSIC estableció en 1946 una comisión de física aplicada, presidida por Otero, y compuesta por Palacios, Lucini, el padre Martín Artajo y Juan Torroja, encargados de proponer nuevas directrices y nuevos centros de investigación. Esta comisión recomendó como temas prioritarios la electrónica y la metrología. Como temas deseables, en lo que se carecía de especialistas, se propusieron proyectiles autopropulsados y fi-

¹ *Anuario exactas*, 1977.

² Villena, *op. cit.*, p. 98.

sica nuclear. Otero volvió a sugerir la creación de un Instituto Nacional de Física donde estuvieran representados, además de los correspondientes Institutos del CSIC, todos los demás centros de investigación que tuvieran actividad en Física.³

Otero se interesó igualmente por la coordinación, “tan difícil entre los españoles”, de las distintas escuelas de investigación física. Por fin se creó, en 1949, dentro del CSIC, el Consejo Nacional de Física, para cuya presidencia se eligió a Terradas, que murió tras dos reuniones. En 1951 Otero fue nombrado presidente. Esta intensa labor de coordinación duró hasta 1966. Se hizo el inventario de aparatos disponibles y de los temas por investigar. “Es una tarea muy importante que no sale adelante porque nadie se deja aconsejar ni coordinar”.⁴

Otero fue captado por la metrología internacional alrededor de 1952 en virtud de la fama de sus trabajos en la Óptica, en calidad de miembro del Comité Consultivo Internacional para la Fotometría. Los comités consultivos eran los órganos científicos del Comité Internacional de Pesas y Medidas necesarios para obtener el mejor asesoramiento sobre las cuestiones científicas especializadas sometidas a su examen. Estaban compuestos por los expertos procedentes de los grandes laboratorios y otros destacados especialistas.⁵

En 1952 Otero fue nombrado vicepresidente del Comité Español de Cooperación con la UNESCO (cargo en el que cesó en 1956).⁶ A la presidencia pertenecían también los ministros de Educación Nacional, Asuntos Exteriores e Información y Turismo, y el rector de la Universidad de Madrid.⁷

³ Villena, *idem*, p. 100.

⁴ Villena, *idem*, p. 103.

⁵ Orte, *op. cit.*, p. 13.

⁶ Acimat, Expediente Personal.

⁷ ADJON.

Apoyado por Esteban Terradas, también políglota y con amigos por todos lados, Otero consiguió en la Asamblea de Amsterdam que España fuera readmitida en la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (UIFPA). Muerto Terradas, el comité español no se constituyó hasta enero de 1952, eligiendo a Palacios presidente y a Otero vicepresidente. Se inició una fructífera colaboración, que habría de llevar a varios españoles a comisiones especializadas de la UIFPA.⁸

Otero formó parte de la delegación española que asistió a la X Asamblea de la Convención del Metro, celebrada en París del 6 al 14 de octubre de 1954. Comenta Otero que uno de los puntos más importantes que se trataron fue el del cambio de definición del metro. Abandonada la antigua definición en función de la longitud del meridiano terrestre, por las dificultades en la determinación de dicha longitud con aproximación suficiente, se acordó definir el metro refiriéndolo a un patrón de platino-iridio que había de fabricarse y que se conservaría en los laboratorios de Sèvres. Sin embargo, a pesar de que el platino-iridio había demostrado con el tiempo una invariabilidad notable, no se excluía el hecho de que con el transcurso del tiempo las variaciones fueran intolerables para un patrón de medida. Este hecho, explica Otero, indujo a tratar de buscar un patrón natural y primario, fijándose provisionalmente la longitud del metro en un cierto número de longitudes de onda de una radiación espectral. Desde entonces, los grandes laboratorios de metrología del mundo y el propio Bureau International trabajaban desde hacía más de 40 años en el estudio de las aleaciones más adecuadas para servir de patrón de longitud. A pesar de que se creía ya madura la situación para poder cam-

⁸ Villena, *op. cit.*, p. 103.

biar la definición del metro en esta X Asamblea, desgraciadamente no se había podido llegar a ello, comentaba Otero, con lo cual se propuso no cambiar dicha definición.⁹

Otro tema que estuvo sometido a la Asamblea fue la nueva definición del segundo. Hasta ahora se consideraba, comenta Otero, de acuerdo con los astrónomos, el segundo como una fracción del día solar medio, pero los progresos en los relojes de cuarzo y los trabajos astronómicos de Newcomb demostraron ciertas irregularidades, tanto en el día como en el año solar y sideral, que si bien no tenían importancia alguna para pequeños espacios de tiempo inferiores al siglo, cuando éstos se hacían grandes se originaban errores que, aunque parecerían fútiles al profano (una milésima de segundo en 100 años), se consideraban intolerables en ciertas especulaciones científicas. En estas condiciones, la Unión Astronómica Internacional propuso el cambio, definiendo el segundo en función del año trópico de 1900 con una serie de parámetros y correcciones que aseguraran su invariabilidad. Se aceptó.¹⁰

También el grado sufrió ligeros retoques. El punto cero de la escala de temperatura no se iba a referir en adelante al de la fusión del hielo, sino al punto triple del agua, mucho más estable y que solamente difería de él en una décima de grado. Esto no quería decir que se fueran a alterar los termómetros. El cero seguiría donde estaba, pero no referido al fenómeno físico de la fusión del hielo, sino al de la coexistencia de las fases sólida, líquida y gaseosa a una determinada presión.

Se acordó también no presentar el amperio a la Asamblea para que se adoptase como unidad básica de electricidad por

⁹ José María Otero de Navascués, "X Asamblea Internacional de Pesas y Medidas (Convención del metro)", en *ARBOR*, 1954, núm. 108, pp. 503-505.

¹⁰ Otero, "X Asamblea...", 1954, pp. 505-506.

todos los Estados miembros. Según hicieron notar Otero (España) e Isnardi (Argentina), el amperio no era una unidad muy adecuada desde el punto de vista metroológico, ya que era prácticamente imposible plasmarla en un patrón. Desde este punto de vista aparecía como mucho más ventajosa la unidad de resistencia eléctrica (ohmio) o la unidad de permeabilidad magnética en el vacío. Se acordó, por tanto, no proponer el amperio como cuarta unidad básica a la Asamblea. Sin embargo, la presidencia accidental, que ostentaba Francia, tomó parte activa y vehemente en la discusión (“caso anómalo en la presidencia de cualquier Asamblea”) forzando con habilidad la adopción, por mayoría de votos, del amperio, “resolución totalmente desgraciada”, ya que en la Convención del Metro siempre se había tenido por norma no proponer a los Estados signatarios resoluciones en que la discusión científica no hubiera provocado una unanimidad o casi unanimidad, lo que abiertamente sucedió en el caso del amperio, rechazado por ocho países de los 33 que componían el comité.¹¹

Con ello quedaron en la X Asamblea definidas como unidades físicas fundamentales: el metro (longitud), el kilogramo (masa), el segundo (tiempo), el amperio (intensidad de corriente eléctrica), la candela (intensidad luminosa) y la escala termodinámica de temperaturas.¹²

Finalmente, Otero fue nombrado vocal del Comité Internacional de Pesos y Medidas (*Bureau International des Poids et Mesures*, BIPM) y presidente de su Comité de Fotometría y Color. El Comité Internacional estaba compuesto permanentemente por 18 de los físicos más notables de cada época.

¹¹ Otero, *idem*, pp. 505-506.

¹² Otero, *idem*, p. 507.

Hay que hacer notar que los miembros del Comité Internacional eran elegidos en razón de sus altos méritos científicos. Su puesto era “plenamente *universal*”, no representaban a su país ni los elegía su país; los adoptaban los científicos, ya que nadie mejor que ellos conocen a sus propios colegas, y por ello en los años de funcionamiento del comité concurren en el mismo hasta cuatro premios Nobel.¹³

Otero envió a Leonardo Villena entre 1954 y 1956 a estudiar las instalaciones metrológicas del National Physical Laboratory en Teddington, del Physicalische Technische Bundesanstalt en Braunschweig y del propio BIPM en Sèvres. Simultáneamente le empujó a presentar al CSIC un proyecto para la creación de un centro metrofísico para agrupar las posibilidades metrológicas de los distintos centros del CSIC y ofrecerlas, de manera coherente, a todos los centros de investigación y a la naciente industria de precisión. Otero consiguió que se aprobara el proyecto y que fuera nombrado director Villena, pero “al cabo de algún tiempo la falta de medios económicos para completar las instalaciones existentes y el individualismo español nos aconsejaron abandonarlo”.¹⁴

En esta misma línea de actividad, Otero y Villena concibieron la posibilidad de realizar en el Instituto de Óptica un patrón óptico del metro, según el modelo canadiense. La petición del elevado costo, inicialmente firmada por Villena, fue conseguida bajo la firma de Otero como miembro del BIPM. De esta manera se realizó en el Instituto este gran logro para la metrología española, que completaba el magnífico laboratorio de

¹³ Orte. *idem*, p. 13.

¹⁴ Villena, *op. cit.*, p. 104.

iluminación ya existente para la diseminación del lumen y la medida de fuentes luminosas.¹⁵

Otro campo en que Otero se metió, “lleno de ilusión”, fue la modernización de la Real Sociedad de Física y Química, de la que fue elegido presidente en enero de 1954 y Villena secretario general. Se renovaron los estatutos, se dio un evidente auge a las publicaciones, se sustituyeron para la sección de Madrid las “rutinarias reuniones mensuales por pletóricas reuniones semestrales (luego anuales)” y se comenzó a perfilar una autonomía entre el grupo de Física y el grupo de Química.¹⁶

En 1956, con Otero como uno de los miembros más activos del Comité Internacional de Pesas y Medidas, presidiendo él mismo la Comisión de Trabajo, la más importante científicamente entre todas las que lo componen, se pasó la propuesta histórica de iniciar una definición de la unidad de tiempo y de crear para ello el quinto de los comités consultivos. Se designó a Danjon como presidente y se estableció de inmediato la composición del Comité Consultivo para la Definición del Segundo, que contaría con los representantes de ocho laboratorios nacionales, ocho observatorios especializados, dos organismos internacionales y tres expertos elegidos nominalmente. En este momento decidió Otero incluir en este nuevo organismo al Instituto y Observatorio de Marina, cumpliendo el objetivo que se había marcado de tener a un español en cada comité consultivo.¹⁷

Para Otero la investigación constituía la base sobre la que había de fundamentarse el desarrollo de un país, por ella luchó con reiterado esfuerzo tratando de convencer, “no con todo el

¹⁵ *Idem.*

¹⁶ *Idem.*

¹⁷ Orte, *op. cit.*, p. 13.

éxito que merecía”, a los que tenían la responsabilidad del poder, de la necesidad de incrementar los fondos que a ella destinasen.¹⁸ Al respecto, Otero presentó oralmente el 13 de febrero de 1963 un texto en la Conferencia de las Naciones Unidas para la aplicación de la Ciencia y la Tecnología en beneficio de las regiones subdesarrolladas. La idea principal del mismo la expresó Otero de esta manera: “El contribuir a la creación de ciencia y técnica es un derecho y una necesidad para todas las colectividades humanas, y los grandes países están moralmente obligados a fomentar y a ayudar a la creación de estos equipos científicos en los menos favorecidos”.¹⁹

Otero manifestó que una política de ayuda a los países en vías de desarrollo, únicamente a base de créditos para la realización de grandes proyectos industriales y de mejora de las infraestructuras, no corregiría suficientemente el estado de cosas y, por tanto, la diferencia iría aumentando, a menos que, paralelamente a la ayuda puramente económica, no existiera una ayuda para crear un capital humano (“human investment” de T.W. Schultz; “Investment in human capital”, *American Economic Review*, XLI, marzo de 1961) que debía ir desde el obrero especializado al investigador, acompañado de la creación de centros de investigación y desarrollo. Esta necesidad “imperiosa” para los países menos favorecidos se conjugaba con la conveniencia de desarrollar a escala internacional determinadas empresas científicas.²⁰

¹⁸ Durán, *Memorian*.

¹⁹ José María Otero de Navascués, “Necesidad de la cooperación científica para los programas de desarrollo”, Conferencia de las Naciones Unidas para la aplicación de la Ciencia y la Tecnología en beneficio de las regiones subdesarrolladas, texto presentado oralmente en la Sesión General el miércoles 13 de febrero de 1963, en *Energía nuclear*, enero-marzo de 1963, p. 20.

²⁰ Otero, *idem*, p. 18.

La colaboración internacional debía registrar, según Otero, las siguientes variantes: 1) Acuerdos bilaterales, con asistencia científica y técnica: en un principio estos acuerdos eran puramente el canal de una asistencia científica y técnica ejercida a través de misiones enviadas a los países de tecnología incipiente, y en cursos internacionales de carácter general, organizados por los países de máximos conocimientos. En algunos casos se dio un paso hacia adelante y los grandes países consintieron un *training on the job*, facilitando la asimilación de las técnicas por los jóvenes científicos de otros países. Este hecho representaba una “generosidad desacostumbrada”, pero con beneficiosas consecuencias para el país otorgante, ya que había una tendencia natural a apoyarse en la industria del país donde se habían adquirido conocimientos, que veía así abiertos nuevos mercados; 2) Organismos mundiales; 3) Agencias regionales; 4) Organismos supranacionales.²¹

Según Otero, restringir la ayuda a la financiación de grandes proyectos industriales de infraestructura o producción, vendiendo las técnicas y reservándose el monopolio del proceso creador, desembocaría a la larga en un neocolonialismo “tan nefasto como el primero”. Había que partir de la base de que la actitud investigadora era un valor universal, inherente a todos los hombres, que no precisaba sino la creación de un clima adecuado y un nivel de conocimiento para que se produjera y pudiera ser aprovechada. Prescindir de la mayor parte de la población mundial en la promoción y selección de actitudes investigadoras era un “despilfarro”, cuyos “efectos nocivos” tenían carácter general, y no se podía decir que era preciso comenzar por abajo y que un país que no tenía resueltos sus

²¹ Otero, *idem*, pp. 18-19.

problemas de enseñanza primaria ni secundaria debía resolverlos por completo antes de crear cuadros superiores y de investigación. Los problemas de la cultura, según Otero, había que abordarlos en su conjunto y la creación de un grupo selecto de científicos y técnicos y de centros de investigación pura y aplicada en los países había de tener efectos beneficiosos para el desarrollo de las estructuras culturales más modestas, fenómeno que podía comprobarse en aquellos países que con valentía y siguiendo el impulso de una cultura milenaria se habían lanzado a la creación de centros de investigación científica y desarrollo, pese a su pobreza relativa y a no tener totalmente resueltos sus problemas culturales de infraestructura. Para Otero, la Unión India era un “ejemplo extraordinariamente vivo y aleccionador a este respecto”.²²

Por otra parte, según Otero, era “extraordinariamente importante” en la tendencia moderna de abordar temas científicos y técnicos en común, bien fuera de carácter regional o mundial, que se escogiera preferentemente para ubicarlos países en vías de desarrollo, dado que la propia existencia de estos centros había de contribuir necesariamente a crear en los países en que se ubicaran esta mentalidad científica y técnica, ya que en esencia la actitud investigadora era en buena parte independiente de la riqueza o de la pobreza, sino que era la “postura mental del hombre insatisfecho” y que trataba de buscar la verdad o su propia solución a problemas peculiares, mientras que el no investigador, el “rutinario”, se conformaba con lo conocido o con la solución que le aportaban los otros. Era preciso romper ese prejuicio de que sólo los países muy desarrollados eran los adecuados para instalar en ellos Cen-

²² Otero, *idem*, pp. 19-20.

tros Internacionales de Investigación. Un centro internacional en un país en vías de desarrollo era un ejemplo vivo de la fertilidad de esta actitud investigadora y una viva demostración de que en las tareas científicas podían participar con fruto gente de todos los países, razas y organizaciones políticas.²³

A pesar de estar absorbido por los urgentes problemas de la energía nuclear, Otero se hizo cargo en 1963 de la Comisión de Investigación del primer Plan de Desarrollo, a la cual llamó a sus amigos (como Villena) y a la que dedicó una gran parte del curso y todo el verano de 1964. Elaboró así una memoria, publicada en septiembre-octubre de 1964, en la que expuso, por primera vez y claramente, la política científica que España debía seguir.²⁴

En dicha memoria, nada más empezar, Otero afirmaba que los “25 años de paz que la Providencia de Dios, a través de Francisco Franco, ha deparado a nuestro país” constituían un “hito propicio para reflexionar” con una “panorámica suficientemente amplia en todos los problemas nacionales”. Otero, con su equipo, realizó en dicha memoria un inventario general de la investigación científica y técnica en España, determinando las zonas carenciales o las insuficientemente dotadas. Según Otero, el Plan de Desarrollo Económico era “ambicioso”, ya que pretendía elevar en los cuatro años de su vigencia el 6% anual acumulativo a la renta total del país, lo que, teniendo en cuenta el crecimiento de la población, correspondía a 5% por cabeza. La tarea iba a encontrar todas las dificultades propias de una planificación, aumentadas con las inherentes a países no industrializados y con un peso excesivo de población agrícola, de la que una fracción no despreciable estaba en

²³ Otero, *idem*, p. 20.

²⁴ Villena, *op. cit.*, pp. 105-106.

subempleo o paro encubierto. En casos como el de España, la investigación científica y técnica debía ser un “arma fundamental del desarrollo económico y social que trate de acortar las distancias y quemar las etapas”.²⁵

Otero sintetizó en ocho puntos los aspectos positivos de lo logrado: 1) Se había dado vida a un gran número de centros de investigación pura y aplicada, creando nuevas y fecundas escuelas que ya contaban en su acervo aportaciones importantes cotizadas internacionalmente; 2) En la Universidad se investigaba a un ritmo creciente merced a la llegada a la cátedra de investigadores formados especialmente en el CSIC; 3) Se investigaba en casi toda España, rompiéndose el “absurdo privilegio” de Madrid, puesto de manifiesto por ser su Universidad la única que podía sancionar tesis doctorales; 4) Se habían creado grandes centros de investigación científica y técnica dedicados a resolver problemas nacionales y dando estructura nueva y moderna a antiguos centros preexistentes; 5) Todo ello había provocado una inquietud en la sociedad, si bien “confusa”, sobre la importancia de la investigación; 6) La industria comenzaba con interés creciente a ocuparse de la investigación; 7) Se habían creado fundaciones privadas de volumen económico de un orden de magnitud comparable a las extranjeras más grandes encargadas de fomentar la investigación científica, como la Fundación Juan March; 8) Y “lo que es más importante”, se habían formado sólidamente centenares de investigadores entusiastas, con los que se podía emprender cualquier tarea, y que, si bien todavía eran pocos en número, podían actuar como “levadura y base multiplicativa” en cuanto se deseara.²⁶

²⁵ Otero, “Investigación...”, *ARBOR*, 1964. pp. 5-8.

²⁶ Otero, *idem*. pp. 8-9.

A pesar de ello, Otero examinando la cuestión en su conjunto afirmaba que si se diese “al blanco más candoroso el color de las respuestas más positivas y el negro al pesimismo, la situación de conjunto habría que caracterizarla por un gris oscuro”.²⁷

En España, según Otero, sociedad, Estado, industria, y hasta amplios sectores de la enseñanza superior, no habían tomado conciencia de los avances de la revolución científica por una serie de razones: 1) Se ignoraba o negaba el posible impacto de la investigación científica y técnica en el desarrollo económico, ya que la noción investigación, bien fuera pura o aplicada, no aparecía en las memorias de las sociedades industriales y mercantiles, en los discursos de empresarios, economistas y políticos; 2) Los medios a todas luces insuficientes puestos a disposición de la investigación, tanto en términos absolutos como en función de la renta nacional. En 1963 España dedicaba 0.25% de su renta a investigación, mientras que EU dedicaba el 3.31%. Países menos desarrollados que España, como Egipto y la India, tenían cifras absolutas y relativas superiores a las nuestras, y ello pese a que su renta por cabeza era casi tres veces más pequeña en el caso de Egipto, y cerca de cinco veces en el caso de la India; 3) La práctica inhibición de la industria en las tareas de investigación y desarrollo, que en amplios sectores seguía aferrada a la fórmula de *comprar la patente*, siendo escasísimos los puentes tendidos entre la industria española y la labor desarrollada en los centros de investigación, pese a los resultados notables obtenidos en amplios sectores de éstos.²⁸

²⁷ Otero, *idem*, p. 11.

²⁸ Otero, *idem*, pp. 17-19.

Otero llegó a la conclusión de que cada puesto de investigación en España costaba de 800 mil a un millón de pesetas, incluyendo, naturalmente, su sueldo, el del personal auxiliar, material que consumía y el prorrateo de los gastos generales del centro. Esta cifra era en realidad modesta. En Francia era doble, en el CERN triple, y en EU se acercaba a cinco veces. En investigación aplicada, Auger indicaba que el tamaño mínimo del centro como norma general había de ser de 25 investigadores como mínimo y un total de 100 personas, incluyendo el personal auxiliar. Si se multiplicaba esta cifra por el coste del puesto de investigador, se llegaba a que no debía haber centros con un presupuesto menor de 20 a 25 millones de pesetas anuales. Pues bien, recalca Otero, ningún centro del CSIC llegaba a esta cifra, salvo el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Se imponía por ello una concentración de esfuerzos y acabar con el minifundio científico.²⁹

Según Otero, el punto más grave que había en España era el envejecimiento progresivo del personal investigador. Esto era consecuencia del *emplantillamiento* que imperaba, que era uno de los métodos más seguros para “matar la investigación”, e indicaba que no había “renovación de sangre”, cosa particularmente grave, ya que la esencia íntima de la investigación consistía en “constantemente otear, seleccionar y promover nuevos valores humanos con vocación y aptitud para la investigación”. De esta manera, la juventud española no se sentía en esos momentos atraída por las tareas investigadoras, singularmente por la falta de porvenir. Esto no quería decir que los mejores elementos salidos de la universidad y de las escuelas técnicas superiores no trataran de investigar. Lo realizarían,

²⁹ Otero, *idem*, p. 29.

harían sus tesis doctorales, pero una vez iniciados en el camino de la investigación, si la situación actual persistía, emigrarían al extranjero, donde había un permanente afán de captar nuevos valores para “esta fascinante tarea humana”.³⁰

Según Otero, la tendencia moderna consistía en mantener una relación lo más íntima posible entre centros de enseñanza superior y la investigación extrauniversitaria. Por eso había que poner el acento en la universidad en investigación pura y en la formación de investigadores, mediante pequeños y no muy costosos institutos universitarios, así como en la realización de ciertos problemas regionales de investigación aplicada. En los centros de investigación extrauniversitaria, los mejores y más experimentados elementos debían tener tareas docentes en conexión con aquellos, y todos los centros, una vez que se hubiera realizado la concentración, debían tener entre sus tareas la investigación básica, pero con un acento más o menos fuerte, de acuerdo con su vinculación a la investigación aplicada y el desarrollo. Era preciso introducir en las escuelas técnicas superiores la valencia investigadora, con un envío sistemático de sus mejores alumnos para ampliar estudios y realizar tesis doctorales en centros de enseñanza de ingeniería del extranjero que eran grandes focos de investigación pura y aplicada.³¹

Resultaba por tanto, según Otero, que en España las inversiones aprobadas en el Plan de Desarrollo no consentirían una dinámica de crecimiento, ni de lejos semejante, con lo que la distancia con los países industrializados aumentaría en lugar de disminuir.³²

³⁰ Otero, *idem*, pp. 33-34.

³¹ Otero, *idem*, pp. 35-36.

³² Otero, *idem*, p. 26.

Desgraciadamente, esta memoria no fue apreciada ni estudiada por las autoridades competentes. El ímpetu de Otero siguió volcándose en los sucesivos planes de desarrollo (fue también presidente adjunto de la Comisión de Investigación del segundo Plan de Desarrollo), sin que la falta de interés oficial por la ciencia o las reducidas cantidades concedidas le frenaran o desmoralizaran.³³

El 17 de octubre de 1968, el Comité Internacional de Pesas y Medidas eligió como Presidente a Otero. Dicho comité, con sede en Sèvres e integrado por 18 personalidades relevantes de la ciencia, era el máximo organismo internacional encargado de fijar los patrones y unidades de medida de las diversas magnitudes físicas. Su primer presidente fue, en 1875, otro marqués español, el General de Ingenieros Carlos Ibañez de Ibero, marqués de Mulhacén, y el nuevo fue Otero, ya vicepresidente desde 1946, que heredó el título de marqués de Hermosilla. Apoyándose en su nueva posición, Otero trató de dar vida a la metrología española, tanto teórica como experimental, separándola del oficio, necesario, pero poco interesante, de la metrología legal. Encargó a Villena que realizara un inventario de la capacidad metrológica en los distintos centros de investigación y desarrollo que resultó claramente positivo, por lo que sugirió una federación de todos ellos (a efectos metrológicos, única forma de contar en plazo breve con una red de laboratorios de calibración indispensable para una industria en crecimiento). Consiguió que el profesor Vieweg, la máxima autoridad metrológica de Alemania, viniera a estudiar nuestras necesidades metrológicas y a proponer soluciones concretas, que coincidieron fundamentalmente con nuestras sugerencias. El magnífico informe quedó archivado porque “no

³³ Villena, *op. cit.*, pp. 105-106.

hay espíritu de cambio e innovación. Perdemos, una vez más, la batalla de la metrología”.³⁴

Consiguió paralelamente Otero que España, un país que oficialmente no tenía Laboratorio Nacional de Metrología, estuviera representada, y muy dignamente, en los distintos comités consultivos de pesas y medidas, lo que no tenían los países más avanzados. Así, Plaza siguió en el Comité de Fotometría, incorporándose Colomina al de Temperatura, Granados al de Radiaciones Ionizantes y Villena al de Unidades. El propio Otero pasó a presidir el más conflictivo, el Comité para la definición del Metro. Gracias a su personalidad internacional, España fue admitida, en pie de igualdad, en el Club Internacional de Metrología. Sin embargo, “una vez más la frialdad de la administración por la ciencia impidió que los resultados fueran todo lo importantes que podían y merecían haber sido”.³⁵

Durante su permanencia en el Comité Internacional y más tarde bajo su presidencia, los organismos del metro: Comité Internacional, Comités Consultivos y Oficina Internacional hicieron un trabajo armónico y productivo. He aquí algunos ejemplos: publicación sobre el Sistema Internacional de Unidades, definición de la atmósfera normal, definición de la unidad de tiempo basada en el tiempo de efemérides, establecimiento del Sistema Internacional de Unidades, definición del metro mediante la longitud de onda del Kriptón 86, definición de la unidad de tiempo s_I (segundo) mediante la transición del Cesio 133, definición del tiempo atómico internacional, definición del mol, investigaciones para una nueva definición del metro, recomendación de un valor para la velocidad de la luz, uso del

³⁴ Villena, *op. cit.*, p. 106.

³⁵ *Idem.*

tiempo universal coordinado como base del tiempo legal, etcétera.³⁶

En sus actuaciones, tanto en la Conferencia como al frente del Comité, Otero hizo “gala de su diplomacia y de su capacidad para resolver las cuestiones más espinosas”. Debe tenerse en cuenta que una de las particularidades de la Convención del Metro era la de que su funcionamiento resultara exento de cualquier influencia extracientífica. Esto no era tarea fácil al nivel de las conferencias generales, donde se reunían representantes, no todos de carácter científico, de más de 45 países, y donde podían introducirse intencionadamente otros intereses.³⁷

Con antigüedad del 12 de enero de 1963 y efectos administrativos a partir del 1 de febrero se ascendió a Otero al empleo de Coronel del Cuerpo de Ingenieros de Armas Navales.³⁸

El 17 de octubre de 1968 Otero fue nombrado secretario general de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (RACEFN), colaborando en las tareas directoras con Julio Palacios como presidente, hasta el fallecimiento de éste en 1970, y con Manuel Lora Tamayo desde esta fecha hasta abril de 1979, en que su estado de salud le alejó definitivamente de la Academia.³⁹

En diciembre de 1968 Otero pasó a la situación de *retirado*, a petición propia, y se le concedió el empleo honorífico de Contraalmirante Ingeniero. Este fue “uno de sus más íntimos orgullos”.⁴⁰

³⁶ Orte, *op. cit.*, p. 14.

³⁷ Orte, *idem*, pp. 14-15.

³⁸ *Diario Oficial del Ministerio de Marina*, 30 de enero de 1963.

³⁹ “Intervención...”, p. 31.

⁴⁰ Orte, *op. cit.*, p. 10.

Asistió Otero a la XIV Conferencia General de 1971 en su calidad de presidente del Comité Internacional de Pesas y Medidas pronunciando un discurso en la solemne sesión de apertura, interviniendo más adelante con su informe sobre la labor del comité.⁴¹ En 1975 ya no pudo Otero asistir, por imperativos de salud, a la XV Conferencia General en la que había de celebrarse el Centenario de la Convención del Metro. Ese mismo año renunció a su cargo de presidente del Comité Internacional de Pesas y Medidas.⁴²

El 16 de marzo de 1977, al cumplir 70 años, Otero fue declarado en situación de jubilado forzoso causando baja y cesando en el servicio activo.⁴³ El 25 de abril de 1979 renunció al cargo de secretario general de la RACEFN, siendo designado entonces Secretario General Perpetuo Honorario.⁴⁴

Murió a los 75 años de edad, el 9 de marzo de 1983 en el Hospital del Aire (Arturo Soria, 82). El entierro partió desde dicho hospital y tuvo lugar en la Sacramental de San Lorenzo. El funeral se celebró en la iglesia parroquial de San Jerónimo el Real el 14 de marzo de 1983.⁴⁵

⁴¹ Orte, *idem*, p. 14.

⁴² Orte, *idem*, pp. 13-15.

⁴³ Aciemat, Expediente Personal.

⁴⁴ "Homenaje...", p. 5.

⁴⁵ ABC, 10 de marzo de 1983.

Legado

Otero perteneció a una generación que realizó una ingente labor en favor de la modernización de España. En lo que concierne a la investigación científica, basta comprobar la situación de la década de los ochenta con la que existía en la de los cuarenta. Respecto a la física, más de mil científicos trabajaban en los ochenta en España en investigación y publicaban regularmente en las revistas más prestigiosas del mundo. Centenares asistían cada año a congresos internacionales y presentaban comunicaciones. Todos los años había reuniones científicas de diversos campos de la física en España con participación de especialistas extranjeros. Los investigadores españoles eran invitados a dar conferencias y seminarios en otros países. Los estudiantes españoles disponían de profesores al tanto de los últimos avances de la física en cualquier lugar del mundo, y lo mismo sucedía en la química y en la biología, y en las demás ciencias.¹

Esta gigantesca tarea de incorporación de España a la corriente científica universal se debió a la contribución de mu-

¹ Sánchez. *op. cit.*, p. 28.

chos hombres. “Nunca se alabará bastante a quienes iniciaron la labor durante el primer tercio de este siglo”. Lo realizado entre las décadas de los cuarenta y los ochenta fue “grandioso”. “La historia lo reconocerá cuando se pueda escribir sin prejuicios ideológicos”. Este trabajo fue obra de muchos, pero iniciativa de unos pocos, entre los cuales se encuentra Otero.²

Octavio Roncero calificó certeramente a Otero como el “promotor de la ciencia en un país donde la ciencia es la gran ignorada”, el “científico con más garra de los últimos tiempos, empeñado en dotar a España de una cobertura investigadora a nivel de sus realidades presentes y de sus futuros”, el “hombre prodigioso que supo hacer, día a día, añicos su salud y su alma entera en una entrega fervorosa a la investigación científica, desde sus propios trabajos hasta su labor como organizador y creador de centros y grupos científicos”.³

Nadie he conocido tan celtibérico como don José María; y don José María es el mentis claro de que en España se puede y se sabe hacer investigación, crear equipo y hacer escuela, con una eficacia y un tesón, aposentados en virtudes típicamente españolas, que si se tuviera el valor de utilizar en toda su inmensa posibilidad daría al país unos frutos verdaderamente sorprendentes. Don José María nos avisa de una España que está ahí para la hazaña científica y que sabe hacerla con talante internacional, con virtudes propias. Todas las taras que pueden encontrarse teóricamente al hombre español para su dedicación a la ciencia caen por los suelos al ver la vida y la obra de Don José María.⁴

² Sánchez, *idem*, p. 29.

³ Octavio Roncero, “Un soldado de la Ciencia”, en *Arriba*, 1 de septiembre de 1974.

⁴ Octavio Roncero, “Investigación con talante español”, en *Arriba*, 5 de octubre de 1969.

Igualmente Villena reconoció en Otero a la “gran figura de la ciencia española que quemó su vida en aras de ella y la puso en pie de igualdad con la de muchos países adelantados”:

Es evidente que los resultados obtenidos por Otero son enormemente superiores a los medios puestos a su disposición. Fue el gran promotor e impulsor de la Física española. Rompió el aislamiento impuesto a España y nos abrió tempranamente los círculos más importantes en ciencias físicas y tecnología. Hizo posible que miles de personas (titulados y auxiliares) completaran su formación gracias a las líneas de trabajo que él abrió o impulsó con clarividencia, decisión y tenacidad. Además de sus publicaciones científicas (solo o con sus colaboradores), buena parte de las cuales tuvieron una gran trascendencia mundial, promovió, alentó e hizo posible cientos de trabajos de investigación de relevante importancia. Son numerosas las patentes cuyo crédito indirecto hay que atribuirle a él.⁵

Otero descubrió fenómenos nuevos que dieron realce internacional a su grupo de investigación: entre los más relevantes figura el descubrimiento, en 1952, de la miopía nocturna, así como que el amarillo no es color fundamental, sino mezcla del rojo y verde.⁶

A lo largo de su vida activa recibió muchos nombramientos de puestos importantes, de puestos de trabajo, que exigieron cada vez más de él. A nivel internacional su actividad fue muy estimada, como lo demuestra haber sido llamado a dar conferencias en la Sorbona y en otras universidades europeas y americanas, así como en muchos centros de investigación óptica y de ingeniería nuclear.⁷

⁵ Villena, *op. cit.*, p. 108.

⁶ *ABC*, 10 de marzo de 1983.

⁷ Villena, *op. cit.*, p. 107.

Igualmente Roncero vio lúcidamente en Otero el “ejemplo español de científico que ha tenido que dejar buena parte de sus actividades investigadoras para dedicarse a la organización de la investigación, a lo que se viene llamando gestión de la investigación, algo consustancial al mundo de lo científico, y sin el cual los grupos no podrían trabajar”:

Otero fue [...], a la hora de las decisiones, uno de los hombres claves que hacen los grupos y la investigación de un país, y que nacen casi siempre de los propios cuadros de los hombres que hacen la investigación, donde hasta la forma misma de entenderse, de dialogar y saber marchar juntos requiere un aprendizaje difícil, casi imposible [...] la levadura que hace posible que en un país exista investigación o no investigación son estos hombres singulares que nacen de una tarea muy específica y que tienen condiciones organizativas y gestoras sorprendentes.⁸

Durante todos estos años de la vida de Otero el Instituto de Óptica llegó a tener unos 30 titulados superiores y más de 40 auxiliares. Allí se realizaron más de 80 tesis doctorales y de allí salieron los primeros catedráticos en el campo de la óptica y algunos otros de otras ramas de la Física. El número de trabajos científicos publicados, en numerosas revistas españolas y extranjeras, fue de unos 800, de los cuales más de 100 correspondían a visión y otros tantos a instrumentos, los dos campos que Otero impulsó personalmente. Se hicieron una serie de cursos de óptica técnica superior, que formaron a científicos e ingenieros para trabajar en este campo. Algunos de ellos pasaron a formar parte de otros grupos que también Otero dirigió: el Laboratorio y Taller de Investigación del Estado Mayor de la Armada, que proyectó y construyó unos 100 prototipos, y

⁸ Octavio Roncero, “El padre de la energía nuclear española”, en *Arriba*, 24 de septiembre de 1971.

la Empresa Nacional de Óptica para la fabricación industrial con patentes extranjeras de instrumentos ópticos de uso civil y militar. Otero contactó primero con la empresa americana Bausch & Lomb, de Rochester, a través de O'Brien, director del Instituto de Óptica de esa ciudad, pero no obtuvo éxito. Más tarde consiguió firmar un convenio, muy reducido, con Zeiss, sin gran viabilidad. La falta de interés de la Marina española, la creciente tendencia a instrumentos electrónicos y otra serie de factores hicieron que este ambicioso proyecto no tuviera validez.⁹

Otero mismo reconoció que su personalidad científica internacional, tanto en óptica como en energía nuclear, se creó y consolidó desde el Instituto, con una plena dedicación, “desde luego polifacética”, a la ciencia y sin los complicados problemas administrativos de un organismo tan grande y diverso como la JEN. También llegaría a la consecuencia de que “nadie como sus colaboradores del Instituto le mantendrán unánimemente fidelidad y cariño en las horas difíciles”.¹⁰

Otra de las aportaciones a la óptica del Instituto fue su expansión en la universidad, en la que de las tres cátedras dotadas en 1940 se pasó en 1983 a que 12 catedráticos, que no cubrían todas las plazas existentes, enseñaban e investigaban en óptica creando nuevos grupos de trabajo, en los que en toda España colaboraban cinco agregados y 20 adjuntos en el profesorado numerario, y casi un centenar entre el no numerario y los becarios.¹¹

En relación con la energía nuclear puede considerarse a Otero como el “*padre* de la energía atómica española”.¹² Ote-

⁹ Villena. *op. cit.*, p. 105.

¹⁰ *Idem.*

¹¹ Durán. *op. cit.*, p. 21.

¹² Octavio Roncero, “El *padre* de la energía nuclear española”, en *Arriba*, 24 de septiembre de 1971.

ro consiguió que el nombre de España se respetara en todo el mundo en el campo de las investigaciones nucleares y que los organismos internacionales especializados buscaran a españoles para ocupar puestos de responsabilidad científica y técnica en su seno.¹³ Cuando se enjuicia tanto la visión sobre política científica que tenía Otero como su habilidad para conseguir que los investigadores españoles tuvieran acceso a los laboratorios extranjeros, puede afirmarse, sin asomo de duda, que “sin Otero la ciencia y la técnica nucleares no hubieran alcanzado en España el nivel al que llegaron”.¹⁴

Otero “supo formar toda una escuela en investigación nuclear muy por encima de las propias inversiones que la sociedad española dedicaba a este menester”.¹⁵ Cuando se realizaron los trabajos nucleares en España no había ningún especialista en radioquímica; gracias a Otero en 1974 había 1 200. Lo mismo se podría decir de técnicos en metalurgia nuclear, protección radiológica y seguridad, física y cálculo de reactores, control de procesos nucleares, etc...¹⁶

A la dedicación, el entusiasmo y la inteligencia de Durán, Sánchez del Río, Gutiérrez Jodra, catedráticos los tres de la Universidad Complutense, y otros que se agruparon con Otero, “uno de los hombres más prestigiosos de España”, se organizó lo que después sería la JEN, convirtiéndose en pocos años en uno de los centros de investigación científica, en el campo de la energía nuclear más prestigiosos de Europa.¹⁷

¹³ Manuel Calvo Hernando, “Otero Navascués, uno de los hombres a quienes más deberá la España del siglo xx”, en *Ya*, 6 de septiembre de 1974.

¹⁴ Caro, *op. cit.*, p. 63.

¹⁵ Octavio Roncero, “Un soldado de la Ciencia”, en *Arriba*, 1 de septiembre de 1974.

¹⁶ Manuel Calvo Hernando, “Otero Navascués, uno de los hombres a quienes más deberá la España del siglo xx”, en *Ya*, 6 de septiembre de 1974.

¹⁷ Caro, *op. cit.*, p. 268.

Bajo la presidencia de Otero la JEN dedicó sistemáticamente una parte sustancial de su potencial humano y económico a la busca de minerales de uranio. La puesta en marcha de la fábrica de Andújar permitió la producción de cantidades grandes de concentrados de uranio a partir de las cuales se pudo abordar el estudio, en forma semiindustrial, de la purificación y obtención del uranio metálico y de la obtención de sales puras de uranio, tecnologías que, a escala de laboratorio, habían sido resueltas por la Junta.¹⁸

Otro aspecto esencial de los trabajos fue el estudio de la fabricación de elementos combustibles y las investigaciones sobre las posibilidades tecnológicas de los distintos tipos de reactores, en sus aplicaciones concretas a las necesidades españolas. Y todo ello en unas fechas en que no sólo era incierta la economía de la electricidad de origen nuclear, sino que no se sabía cuál de las tres familias de reactores ofrecía mejores perspectivas. En los últimos años, y ante el desarrollo mundial de los llamados reactores rápidos, en los cuales la producción de plutonio a partir del uranio 238 es mayor que el consumo del combustible en el propio reactor, la JEN abordó este tema con el desarrollo del reactor Coral 1 para el estudio de la física en tal tipo de reactores, e inició, en colaboración con científicos alemanes, el estudio de la tecnología del sodio, empleado como refrigerante en estos reactores rápidos.¹⁹

La JEN llevó a cabo con éxito la producción de isótopos radiactivos, que son una delicada herramienta en multitud de aplicaciones, tanto en la investigación como en la biología o en la industria. Una prueba de la trascendencia de todas estas

¹⁸ Manuel Calvo Hernando, "Otero Navascués, uno de los hombres a quienes más deberá la España del siglo XX", en *Ya*, 6 de septiembre de 1974.

¹⁹ *Idem*.

investigaciones es que el tercer Plan de Desarrollo recogió, entre sus temas de investigación –varios a cargo de la Junta–, sobre tecnología de reactores rápidos, elementos combustibles, desalación e investigación básica en física y medicina.²⁰

En relación con el coste y beneficio de la JEN, en 1985 se calculó el total del organismo, desde su creación hasta aquella fecha, y resultó ser del orden de los 110 mil millones de pesetas del año 1985. El beneficio resultó ser más difícil de evaluar cuantitativamente, pero las reservas de uranio localizadas, las plantas de tratamiento, las actuales instalaciones, la infraestructura que permite abordar nuevos desarrollos energéticos, su proyección exterior creadora de una honrosa imagen de España en importantes organismos internacionales, su tarea como organismo regulador hasta la constitución del Consejo de Seguridad Nuclear, y, sobre todo, el personal formado y el correspondiente bagaje tecnológico, en gran parte transferido a la Empresa Nacional de Uranio (ENUSA), al ya citado Consejo de Seguridad Nuclear, a la Empresa Nacional de Residuos (ENRESA), y a muchos otros organismos públicos y privados pueden suponer un activo que clasifique a la JEN entre los organismos públicos más rentables del país. La investigación nuclear se ha revelado como altamente productiva. El dinero invertido en el desarrollo de sus aplicaciones pacíficas ha dado un alto rendimiento económico a la vez que ha promovido un avance tecnológico muy acusado en muy diversos sectores de la actividad industrial.²¹

²⁰ Manuel Calvo Hernando. "Otero Navascués, uno de los hombres a quienes más deberá la España del siglo xx", en *Ya*, 6 de septiembre de 1974.

²¹ Caro, *op. cit.*, p. 41.

Honores y condecoraciones

Académico correspondiente de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona en 1941.¹

En 1948 fue elegido *Regular Member* de la Óptical Society of America.²

En febrero de 1952, en el Instituto Nacional de Óptica Daza Valdés, dependiente del CSIC, se celebró el acto de imposición de las insignias de la Gran Cruz de Alfonso X el Sabio a Otero (Boletín Oficial del Estado [BOE], 6 de enero de 1952). Entre otras personalidades asistieron a la ceremonia los ministros de Educación Nacional y de Marina, Ruiz-Giménez y el almirante Moreno; el ministro Subsecretario de la Presidencia, Carrero Blanco; el presidente del Consejo de Estado y del CSIC, Ibáñez Martín; el teniente general Vigón, jefe del Alto Estado Mayor; el rector de la Universidad Central, Laín Entralgo; y el director del Instituto de Cultura Hispánica, Sánchez Bella.³

¹ Aciemat. Expediente Personal.

² *Idem.*

³ ADJON.

En ausencia de Durán, Leonardo Villena, secretario del Instituto, leyó unas emotivas cuartillas que había preparado, y que terminaban así:

En nombre de todos los que fundamos el Instituto de Óptica, me honro en poner en las manos de nuestro ministro las insignias de la Gran Cruz de Alfonso X el Sabio. Son el heraldo venturoso de un futuro para el que pedimos a Dios te conceda la gracia de permanecer en tu camino tan limpiamente trazado.⁴

Finalmente, Joaquín Ruiz-Giménez dirigió brillantes frases de elogio a Otero, compañero suyo de estudios, haciendo resaltar la triple cualidad del homenajeador como investigador, marino y patriota, “hombre ejemplar y guía de nuestra generación”. Añadió que la Cruz otorgada por el Jefe del Estado a Otero premiaba primordialmente una labor extraordinaria en el campo científico y que era símbolo de algo todavía más importante para todos, y es que Otero constituye un vivo ejemplo de “hombre íntegro, honrado, estudioso y trabajador”.⁵ A continuación Ruiz-Giménez impuso la condecoración a Otero en nombre de la generación que representaba el espíritu juvenil del 18 de julio de 1936 y por delegación del Caudillo.⁶

En la Reunión de la Comisión Internacional de Óptica de 1953 Otero fue elegido miembro honorario de la Sociedad de Óptica de Alemania (Deutsche Gesellschaft für Angewandte Optik).⁷

El 2 de febrero de 1956 fue nombrado Doctor en Ciencias *Honoris Causa* por la Universidad de Lovaina, por sus numerosos e interesantes trabajos científicos sobre óptica fisiológica.⁸

⁴ Villena, *op. cit.*, p. 103.

⁵ ADJON.

⁶ 8 de febrero de 1952, ADJON.

⁷ Aciemat, Expediente Personal.

⁸ 1956, ADJON.

Con ocasión del Día de la Victoria de 1959, S.E. el Jefe del Estado concedió a Otero la Gran Cruz de Isabel la Católica.⁹

Elegido *Fellow* de la Óptica Society of America en 1962.¹⁰

En junio de 1966 le fue concedido el Premio Juan Antonio Suanzes del Patronato Juan de la Cierva.¹¹

El 21 de julio de 1966, en el Salón Dorado del Palacio San Martín, el canciller argentino impuso a Otero la Orden del Libertador San Martín, en el grado de Gran Oficial.¹²

En octubre de 1966 fue nombrado académico correspondiente de la Real Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires.¹³

Los numerosos servicios que Otero prestó a la universidad española, en particular la formación de numerosos catedráticos en los centros por él creados, sólo movieron a una universidad, la de Valencia, a nombrarle Doctor *Honoris Causa*. “Y al dejar de ser útil se le olvidó rápidamente”.¹⁴ Fue investido por los méritos relevantes contraídos en la presidencia de la JEN.¹⁵ Rodeado del claustro de catedráticos el 31 de mayo de 1967 presidió el magnífico rector, doctor Barcia Goyanes. El orfeón universitario interpretó el *Veni Creator* y leyó a continuación el secretario general el acta de nombramiento de Otero.¹⁶

También le fueron concedidas las siguientes distinciones:

⁹ Aciemat, Expediente Personal. 6 de abril de 1959.

¹⁰ Aciemat, Expediente Personal.

¹¹ *Idem*.

¹² *La Prensa*, 22 de julio de 1966.

¹³ Aciemat, Expediente Personal.

¹⁴ Villena, *op. cit.*, pp. 107-108.

¹⁵ *ABC*, ADJON.

¹⁶ “Investidura del Sr. Otero Navascués como doctor *honoris causa* de la Universidad de Valencia”, en *Ya*, 1 de junio de 1967.

- Doctor en Ciencias *Honoris Causa* por la Universidad de Rouen.
- Académico correspondiente de la Academia de Ciencias de Lisboa.
- Oficial de la Legión de Honor francesa.¹⁷
- Caballero de la Real Maestranza de Zaragoza.¹⁸
- Gran Cruz del Mérito Naval.¹⁹
- Gran Cruz de la Orden Imperial del Yugo y las Flechas.
- Gran Cruz de la Orden del Mérito alemana (Grossverdienst Kreuz alemana).
- Gran Cruz de la Orden de San Silvestre.
- Encomienda con Placa de la Orden de San Gregorio de la Santa Sede.
- Tres Cruces del Mérito Naval con distintivo blanco.²⁰

¹⁷ *Anuario exactas*, 1977.

¹⁸ *Elenco grandezas*, 1988.

¹⁹ *Anuario exactas*, 1977.

²⁰ *Elenco grandezas*, 1988.

Obra

El campo de investigación principal de Otero fue la óptica, singularmente la óptica técnica y fisiológica, y posteriormente la ingeniería nuclear; publicó unos 30 trabajos de investigación en las principales materias y alrededor de 25 de divulgación u organización en las segundas. Sus trabajos en óptica fisiológica tuvieron un gran impacto internacional por haber puesto de manifiesto incógnitos fenómenos de la visión. Fueron ampliamente comentados en las revistas científicas extranjeras e incorporados a monografías inglesas, francesas, austriacas y norteamericanas, así como a libros de texto de óptica fisiológica franceses, alemanes, ingleses y norteamericanos. Otero fue invitado repetidas veces a presentar sus trabajos en Norteamérica (presentó *invited papers* en dos reuniones de la Óptical Society of America —Washington, 1951 y Filadelfia, 1956—, en el MIT Boston, 1956, y en la Ohio State University, Columbus, Ohio, 1956), en Francia (Sorbona) y Alemania (Universidad de Hamburgo).¹

¹ Acimat, Expediente Personal.

Cargos

Representante en el Congreso Internacional de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, celebrado en Amsterdam (Holanda) en 1948.

Representante en el Congreso Internacional de la Comisión Internacional de Óptica, celebrado en Delft (Holanda) en 1948.

Representante en el Coloquio Internacional sobre Visión y Superficies Esféricas, celebrado en Madrid en 1950.

Representante en el Coloquio sobre Instrumentos Ópticos de la Comisión Internacional de Óptica, celebrado en Londres (Inglaterra) en 1950.

Representante en el Congreso Internacional de la Comisión Internacional de Óptica, celebrado en Madrid en 1953.

Representante en el Coloquio Internacional sobre Problemas Ópticos de la Visión, celebrado en Madrid en 1953.

Director de la Revista *ARBOR* en 1953, cargo en el que actuó hasta diciembre de 1956.

Primer presidente del Board of Editors de la revista europea de investigación óptica *Óptica Acta*, 1953-1958. Miembro del Board desde 1958.²

Representante en el Coloquio sobre Problemas Ópticos Actuales de la Comisión Internacional de Óptica, celebrado en Florencia (Italia) en 1954.

Representante en la Reunión General del Comité Internacional de Pesas y Medidas, celebrado en París (Francia) en 1954.

² Aciamat, Expediente Personal.

Representante en el Congreso Internacional de la Comisión Internacional de Óptica, celebrado en Boston (EU) en 1956.

Presidente de la revista *Energía Nuclear*, desde sus comienzos en 1957, publicada por la JEN como órgano de difusión de la ciencia y la técnica nucleares en España. A comienzos de 1964 la JEN decidió dar un mayor impulso a la revista y consideró conveniente que los miembros del consejo de redacción aumentasen su dedicación a ella. Esto aconsejó que los miembros tuvieran un nivel jerárquico inferior al del consejo anterior, cuyos componentes tenían un exceso de ocupaciones.³

Escritos

“Sobre un nuevo umbralómetro”, en *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 1940, año XXXVI, t. 36, pp. 121-126 (con C. Costi).

“Rendimiento fotométrico de sistemas ópticos a bajas luminosidades”, en *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, 1941, año XXXVII, t. 37, pp. 459-477 (con Armando Durán Miranda).

Contribución al estudio de la aberración esférica simple por el método interferencial de las franjas de sombras, Madrid, Graf. Voluntad, 1942, 16 p., CSIC. Instituto Nacional de Física Alonso de Santa Cruz. Tirada aparte de *Anales de Física y Química*, 1942, vol. XXXVIII, pp. 5-20 (con J. Catalá de Alemany).

³ Caro, *op. cit.*, p. 70.

“El profesor Franz Weidert”, en *Anales de Física y Química*, 1942, vol. 38, pp. 201-202.

“Continuación del estudio de la miopía nocturna (Notas II y III)”, en *Anales de Física y Química*, 1942, t. 38, pp. 236-248 (con Armando Durán).

“El efecto Stiles-Crawford y la miopía nocturna como factores determinantes del incumplimiento de la ley fotométrica de $L=K r^2$ ”, en *Anales de Física y Química*, 1943, t. 39, pp. 555-566.

“Influencia del efecto de Purkinje combinado con la aberración cromática del ojo, en la miopía nocturna”, en *Anales de Física y Química*, 1943, t. 39, pp. 567-578 (con Armando Durán Miranda).

“Orientaciones bibliográficas para el estudio de la óptica”, en *Biblioteca Hispana*, 1944, Sec. 2a, t. I.

“Desarrollo, estado actual y posibilidades del microscopio electrónico”, en *ARBOR*, 1944.

“Una comprobación experimental de la importancia del factor fisiológico en el rendimiento de los aparatos ópticos”, en *Anales de Física y Química*, 1944, t. 40, pp. 281-284 (con J. Cabello).

“Evolución de los conceptos físicos sobre los fenómenos de la visión”, en *Real Academia de Ciencias*, 1945.

“Desplazamiento de la refracción normal de un ojo y poder de acomodación residual después de ser aquel sometido a la acción de los midriáticos”, *Nuevas Gráficas*, 1945, 12 p. Tirada aparte de *Anales de Física y Química*, 1945, t. XLI, núm. 395, pp. 427-438. Instituto Alonso de Santa Cruz (con J. Cabello Gámez).

“Sobre conceptos, magnitudes y unidades fotométricas”, en *Real Academia de Ciencias*, 1946.

Discurso inaugural del curso 1946-1947, leído en la sesión celebrada el día 13 de noviembre de 1946, Madrid, RACEFN, 1946, 63 p. Tema: fotometría.

“Contribución al estudio de la agudeza visual con lámparas espectrales”, en *Anales de Física y Química*, 1946, t. 42, pp. 573-580 (con Lorenzo Plaza Montero).

“La agudeza visual y sus límites”, en *ARBOR*, 1947.

“Sobre las ametropías naturales de la visión nocturna”, en *Atti de la Fondazione Giorgio Ronchi*, 1947, t. II.

“Umbrales absolutos y miopía nocturna”, en *Anales de Física y Química*, 1947, t. 43 (con F. Salaverri y L. Plaza).

“El Instituto de Óptica Daza de Valdés”, en *Revista de Ciencia Aplicada*, 1948, t. II.

“Problemas actuales de la fotometría”, en *Revista de Ciencia Aplicada*, 1948, t. 2.

“El intervalo acromático y las sensaciones fundamentales en la zona media del espectro. Notas I y II”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1948, t. 44, pp. 16-24 (con L. Plaza y L. Caseró).

“Daza de Valdés y el rendimiento de los anteojos”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1948, t. 44, pp. 269-274.

“Un nuevo método de precisión para determinar índices de refracción por inmersión de lentes o piezas acabadas”, comunicación presentada a la V Reunión Anual de la Real Sociedad española de Física y Química, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1948, t. 44, pp. 395-402 (con L. Plaza).

“Contribución de la aberración de apertura monocromática a la miopía nocturna”, comunicación presentada a la V Reunión Anual de la Real Sociedad española de Física y Química,

en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1948, t. 44, pp. 293-304 (con M. Ríos y L. Plaza).

“Contestación a una nota de J. Palacios sobre la causa de la miopía nocturna”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1948, t. 44, pp. 674-677.

“Universitarias católicas cultivadoras de las ciencias”, 1948, ADJON.

Teoría y representación del color, Madrid, Tall. Gráf. E. Bermejo, 1949, 47 p.

“Sobre las causas de las ametropías naturales de la visión nocturna”, en *Real Academia de Ciencias*, I Centenario, 1949.

“Absolute thresholds and night myopia”, en *Journal of the Optical Society of America*, 1949, t. 39 (con L. Plaza y F. Salaverri).

“La agudeza visual mínima de los valores umbrales”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1950, t. 46 (con M. Aguilar).

“Sobre la posición natural del cristalino y la causa principal de las ametropías nocturnas”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1950, t. 46, pp. 227-230 (con María Teresa Vigón Sánchez y Diego Gálvez Armengaud).

“Influence of the state of accommodation on the visual performance of the human eye”, en *Journal of the Optical Society of America*, 1951, t. 41.

“Agudeza visual: dependencia interdimensional del test empleado. Nota I”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1951, t. 47, pp. 289-294 (con M. Aguilar y M. Solís).

“Astigmatismo nocturno. Nota II”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*. Serie A, Física, 1951, t. 47, pp. 295-296 (con M. Aguilar y J. Yunta).

“Astigmatismo nocturno. Nota III: estudio de la influencia de las características instrumentales del ojo y de la agrupación en batería de los bastones”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1951, t. 47, pp. 297-302 (con P. Jiménez Landi y M. Aguilar).

“Unabhängigkeit der Form bei der Bestimmung der Wahrnehmungsschwelle. Die Fläche des Reizes als massgebende Grösse”, en *Optik*, 1952, t. IX (con J. Yunta y M. Solís).

“Measurement of accommodation in dim light and in darkness by means of the Purkinje images”, en *Journal of the Optical Society of America*, 1953, t. 43.

“Report on night vision”, en *Óptica Acta*, 1953, primer núm. especial (con L. Plaza).

“Los límites físicos de la visión”, en Bodas de Oro de la Real Sociedad Española de Física y Química, 1953.

“Contribución al estudio de una ley general que relacione el umbral de percepción con el área del estímulo”, en *Coloquio Internacional sobre Problemas Ópticos de la Visión*, 1953, t. 2.

“La acomodación en la miopía nocturna”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*. Serie A, Física, 1953, t. 49, pp. 127-129 (con M. Aguilar).

“Agrupación de receptores en la perifovea y parafovea para bajas luminancias”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*. Serie A, Física, 1954, t. 50, pp. 159-168 (con M. Aguilar y J. Yunta)

“La segunda edición de la *Photometry*, de Walsh”, en *ARBOR*, 1954, núm. 102, pp. 363-368

“X Asamblea Internacional de Pesas y Medidas (Convención del metro)”, en *ARBOR*, 1954, núm. 108, pp. 503-508.

“El Teniente General D. Juan Vigón Suero Díaz y la ciencia española actual”, en *ARBOR*, 1955, núm. 115-116, pp. 545-549.

“Conferencia de Ginebra sobre usos pacíficos de la energía nuclear”, en *ARBOR*, 1955, núm. 117-118, pp. 201-209.

“Hacia una industria nuclear”, conferencia pronunciada el 22 de mayo de 1957 en el Salón de Actos de la Casa Sindical dentro de las *Jornadas Nucleares* organizadas por el Sindicato de Agua, Gas y Electricidad, en *Energía Nuclear*, julio-septiembre 1957, núm. 3, pp. 14-38.

“Miopía y convergencia binocular nocturnas”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1958, t. 54, pp. 139-142 (con M. Aguilar y E. Sauras).

“Utilización de anteojos en visión nocturna”, en *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*, Serie A, Física, 1958, t. 54, pp. 345-350 (con M. Aguilar).

“Necesidades españolas de elementos combustibles”, conferencia pronunciada con motivo de la inauguración del Segundo Curso de Introducción y Especialización en Energía Nuclear en la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona el 8 de enero de 1958. En *Energía Nuclear*, enero-marzo 1958, núm. 5, pp. 18-34.

“Las centrales nucleares a plena escala actualmente en construcción y sus perspectivas económicas”, en *Energía Nuclear*, julio-septiembre 1958, núm. 7, pp. 34-59.

“La energía nuclear en el programa energético español”. Tercera Reunión de Aproximación Filosófico-Científica, Institución Fernando el Católico, 1-8 de noviembre de 1959, en *La Materia*, Institución Fernando el Católico (csic), Diputación Provincial de Zaragoza, 1961, pp. 336-346.

Combustibles nucleares y los yacimientos radioactivos, Universidad de Salamanca, Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste, 1963, 26 p.

“Necesidad de la cooperación científica para los programas de desarrollo”, conferencia de las Naciones Unidas para la aplicación de la Ciencia y la Tecnología en beneficio de las regiones subdesarrolladas. Texto presentado oralmente en la Sesión General el miércoles 13 de febrero 1963, en *Energía nuclear*, enero-marzo de 1963, pp. 17-21.

“La investigación pura, la investigación aplicada y la técnica como factores de desarrollo económico”. *La investigación como inversión*, Valle de los Caídos, Semana de Estudios Sociales, 1964.

“La investigación científica y técnica en un programa de desarrollo económico y social”, publicado en la revista *ARBOR*, núms. 225-226, septiembre-octubre 1964. Madrid, CSIC, 1964, 41 p.

“Cualidades humanas desarrolladas en el ejercicio de la investigación científica”. Publicado en la revista *ARBOR*, núm. 253, enero de 1967, Madrid, CSIC, 1967, 35 p.

Bibliografía

- Aguilar Peris, José D., *Julio Palacios y el lenguaje de la física*, Santander, Universidad, 1981, 45 p.
- Calvo Hernando, Manuel, “Un modelo electrónico de retina, español, reproduce los fenómenos visuales”, en *Ya*, 1950.
- Caro, Rafael *et al.*, *Historia nuclear de España*, Madrid, Sociedad Nuclear Española, 1995, 493 p.
- Durán Miranda, Armando, “In Memoriam”, en *Energía nuclear*, marzo-abril de 1983, núm. 142.
- _____, “Contribución de José María Otero a la óptica”, en *Homenaje...*, pp. 17-23.
- García Barreno, Pedro *et al.*, *La Real Academia de Ciencias, 1582-1995*, Madrid, RACEFN, 1995, 451 p.
- García Carraffa, Alberto y Arturo, *Enciclopedia heráldica y genealógica hispano-Americana*, Madrid, 1925, 88 vols.
- “Hemos preguntado. Presencia y acción del seglar en España. Contesta: J. María Otero Navascués”, en *Revista de la Institución Teresiana*, junio, 1962.

- González Muñiz, A.J., “Figura de la semana. José María Otero Navascués”, en *Diario de Navarra*, 16 de diciembre de 1961.
- Homenaje al Excmo. Sr. D. José María Otero de Navascués: sesión necrológica celebrada el día 20 de abril de 1983*, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, La Academia, 1983, 33 p.
- “Inauguración del Centro Nacional de Energía Nuclear Juan Vigón”, en *Energía nuclear*, octubre-diciembre de 1958, núm. 8, pp. 127-135.
- Instituto de Óptica Daza de Valdés, *Trabajos 1946-1956*, Madrid, C. Bermejo, 1957, 57 p.
- “Intervención del Presidente de la Academia Manuel Lora Tamayo”, en *Homenaje...*, pp. 31-33.
- Junta de Energía Nuclear (España), *25 aniversario Junta de Energía Nuclear*, Madrid, La Junta, 1976, 130 p.
- Lora Tamayo, Manuel, *Cincuenta años de Física y Química en España 1903-1953*, discurso leído en la solemne sesión conmemorativa de las Bodas de Oro de la Real Sociedad Española de Física y Química, Madrid, Imp. C. Bermejo, 1953, 27 p.
- Mira, Luis, “El señor Otero Navascués, inminente figura científica y hombre de gran actividad apostólica”, ADJON. Obra Católica de Asistencia Universitaria (OCAU), *Memo-ria*, Madrid, 1949-1950, 1953-1954.
- Orte Lledo, Alberto, “José María Otero en la Armada y en la metrología internacional”, en *Homenaje...*, pp. 9-15.
- Pascual, Francisco, *El proyecto “Don”*, Madrid, Forum Atómico Español, 1963, 22 p.
- Sánchez del Río y Carlos Sierra, “José María Otero y la energía nuclear”, en *Homenaje...*, pp. 25-29.

BIBLIOGRAFÍA

- Villena, Leonardo, "José María Otero, un científico internacional", en *ARBOR*, 1983, t. 115, núm. 450, pp. 95-108.
- "Visita del profesor Gregory a la JEN", en *Energía Nuclear*, mayo-junio de 1968, núm. 53, pp. 305-308.

***José María Otero de Navascués Enríquez de la Sota,
Marqués de Hermosilla. La baza nuclear y científica
del mundo hispánico durante la Guerra Fría***

se terminó de imprimir en abril de 2005.

Tiraje: mil ejemplares