

LA INVESTIGACIÓN ENERGÉTICA EN LA JEN Y EN EL CIEMAT



RAMÓN GAVELA GONZÁLEZ

Exdirector general (jubilado)
CIEMAT

LOS ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

A finales del siglo XIX se propagó la idea de que la Física había alcanzado su plenitud, tras consolidarse el electromagnetismo por Maxwell en 1865 y la mecánica clásica de Newton en 1687, aunque en ese momento no se explicaban algunos fenómenos, como la radiación del cuerpo negro o como el espectro atómico.

Los enigmas anteriores suscitaron el interés de los científicos, que fueron sistemáticamente adentrándose en la física nuclear hasta iniciar Max Plank la mecánica cuántica y formular Einstein la relatividad especial y general.

Lo que ocurrió después ha sido una carrera para conocer la composición elemental de la materia, actualmente formalizada por el modelo estándar de la física de partículas.

En lo concerniente a la energía nuclear, destaca el descubrimiento de la fisión nuclear por Otto Hahn y Fritz Strassman en 1938, con sus tres propiedades: liberación de energía específica muy alta, generación de productos altamente radiactivos (amplificación radiactiva) y liberación de neutrones capaces de mantener la reacción en cadena.

Inmediatamente se inició una carrera para buscar aplicaciones al nuevo descubrimiento, construyéndose la primera pila rudimentaria de fisión por Enrico Fermi el 2 de diciembre de 1942 en la universidad de Chicago, que animó el uso civil de esta fuente de energía. Desgraciadamente, también se animó la línea armamentística, que condujo a la bomba atómica y a su lamentable utilización en Hiroshima y Nagasaki.

ANTECEDENTES Y CREACIÓN DE LA JUNTA DE ENERGÍA NUCLEAR (JEN)

La JEN se creó en octubre de 1951, recogiendo el fruto de esfuerzos que realizaron excelentes científicos desde octubre de 1948, momento en que se formó la Junta de In-

vestigaciones Atómicas (JIA), constituida por D. José María Otero Navascués, D. Manuel Lora Tamayo, D. Armando Durán Miranda y D. Ramón Sobredo y Ribó, siendo el primer científico contratado D. Ramón Ortiz Fornaguera.

La JIA abordó desde su constitución tres tipos de actividad: (1) la formación de personal, esencial ante la carencia de expertos del país, (2) la explotación a pequeña escala de yacimientos uraníferos y (3) el desarrollo y aplicación de técnicas de extracción, metalurgia y física del uranio. Desde el principio se potenció la prospección y explotación del uranio, pues España era un país con importantes reservas de este elemento. Estas actividades se mantuvieron en secreto y, para darles cobertura y facilidad de gestión se constituyó una sociedad privada llamada EPALE (Estudios y Proyectos de Aleaciones Especiales).

A EPALE se fueron incorporando científicos de prestigio, algunos de los cuales realizaron estancias en el extranjero, principalmente en Italia, con la que se hizo un importante desarrollo de los procesos de aprovechamiento del uranio. Asimismo, EPALE mantuvo una importante apertura para facilitar la participación internacional, trayendo a España científicos de prestigio para dar conferencias y ofrecer asesoramiento, entre ellos a Werner Heisenberg, Paul Scherrer, Samuel Allison y Karl Wirtz.

LA JUNTA DE ENERGÍA NUCLEAR (JEN)

El secretismo de la JIA desapareció con la creación en 1951 de la JEN, a la que se dotó de un estatus administrativo especial para abordar con éxito un ambicioso plan nuclear, que, además de la construcción de las centrales nucleares de primera generación, tuvo su formalización en el Plan Eléctrico Nacional 1972-1981, con un número ambicioso de centrales nucleares.

El esfuerzo realizado en los primeros años fue sorprendente, para dotar al Organismo de las instalaciones piloto y de

demonstración de todas las partes del ciclo del combustible nuclear, excepto la de enriquecimiento, así como para el desarrollo de reactores experimentales, electrónica nuclear, celdas calientes metalúrgicas, etc. Para ello, fue decisiva la colaboración internacional, favorecida por la apertura de EE.UU., en 1953 con el Programa “Átomos para la Paz”.



Centro de Moncloa del CIEMAT.

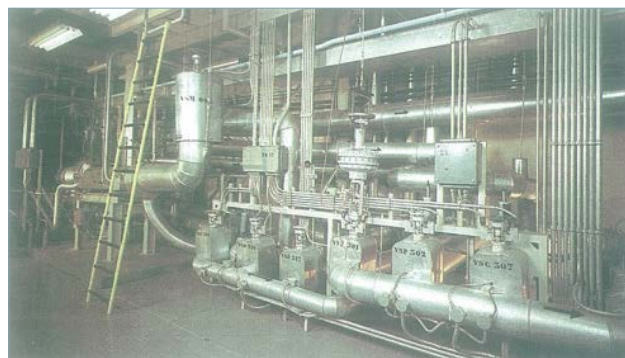
Para dar una idea del nivel científico y técnico del Organismo en los años sesenta y principio de los años setenta, a continuación se enumeran algunas de las instalaciones científicas singulares de las que se disponía en ese momento:

- Reactores experimentales térmicos JEN 1 y JEN 2.
- Reactor rápido de potencia cero CORAL.
- Instalaciones piloto de tratamiento de minerales.
- Planta M1 de reprocesamiento del combustible del JEN 1.
- Celdas calientes metalúrgicas.
- Laboratorios de electrónica de vanguardia, con desarrollos propios de monitores de radiación y sistemas de control de reactores nucleares.
- Fábrica de uranio de Andújar.
- Circuito de sodio ML-1.
- Plantas de tratamiento de residuos radiactivos sólidos y líquidos.



Reactor experimental de piscina JEN 1.

En aquel momento, el ciclo del combustible nuclear que se vislumbraba en todos los países era el ciclo cerrado, con reprocesamiento múltiple en reactores reproductores rápidos, para aprovechar todo lo posible el uranio. Por ello la JEN, como la mayoría de los países nucleares, tenía un programa de reactores rápidos, con el circuito de sodio ML-1 para el estudio del comportamiento de válvulas, bombas y otros componentes, con el reactor rápido CORAL y con laboratorios para el desarrollo del reprocesamiento del combustible nuclear (con elementos del reactor JEN-1), además de grupos de investigación con formación específica en el extranjero.



Circuito ML-1 de sodio.

El Consejo de Ministros aprobó en 1976 la creación del Centro de Soria (CINSO), con el que se pretendían resolver las limitaciones de la JEN en su Centro de Moncloa. En él, se preveían instalaciones similares a las de Moncloa, aunque a mayor escala, para responder a las necesidades del Plan Eléctrico Nacional 1972-1981, antes citado.

La decisión del presidente Jimmy Carter en 1977 de suspender el reprocesamiento de combustible en EE.UU., para limitar la proliferación de armamento nuclear, supuso un fuerte golpe al ciclo cerrado, que afectó a muchos de los programas nucleares de los países occidentales. Gran parte de ellos, entre los que se encontraba España, pasaron al ciclo abierto, considerando el combustible irradiado en los reactores térmicos como residuo a gestionar, a corto plazo en almacenamientos temporales, y a largo plazo en Almacenamiento Geológico Profundo (AGP).

España, que había enviado combustible usado de José Cabrera (Zorita) y de Santa María de Garoña al Reino Unido, y de Vandellós I a Francia, para su reprocesamiento, abandonó estos envíos, con no pocas, complicadas y costosas negociaciones para evitar la devolución del plutonio, pues este elemento, lejos de ser un activo valioso, como antes se consideraba, se convirtió en un gran problema. Afortunadamente, a un coste razonable, se consiguió que el plutonio no volviera a España y que de Francia se consiguiera una disminución importante del volumen de residuos a devolver a nuestro país.

LA CRISIS DE LA JEN Y EL NACIMIENTO DEL CIEMAT

En los años 60, la JEN hizo un intento de desarrollo de un reactor nuclear con el proyecto DON, que utilizaba deuterio orgánico y agua pesada, fruto del acuerdo de España con EE.UU. Este proyecto se abandonó al principio de los años 70, por las dificultades de financiación y por la consolidación

comercial que habían adquirido los reactores de agua ligera PWR y BWR.

Este abandono, junto al de los reactores rápidos, a la cesión de competencias de la primera y última parte del ciclo del combustible nuclear a empresas públicas para agilizar la gestión, y a la cesión de competencia reguladora al Consejo de Seguridad Nuclear, produjeron una profunda crisis en la JEN, que se resolvió a principios de los años 80 con la creación del CIEMAT.

Efectivamente, en 1972 se creó la empresa nacional del uranio (ENUSA), a la que la JEN transfirió las competencias y medios de la exploración del uranio, el tratamiento de minerales y la fabricación de elementos combustibles; en 1980 se creó el CSN al que transfirió la JEN la competencia reguladora, que venía ejerciendo para las centrales nucleares hasta esa fecha; y en 1984 se creó la empresa nacional de residuos ENRESA, a la que la JEN transfirió las competencias y medios técnicos para la gestión de los residuos radiactivos, incluyendo la instalación de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad de El Cabril.



Reactor de ensayo de plasmas para fusión TJ-2.

EL CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS (CIEMAT)

El CIEMAT se creó con la Ley 13/1986 de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica para diversificar la actividad de la JEN y, así, dar respuesta a las necesidades de I+D+i del sistema energético diversificado del país. Inicialmente se estructuró en cuatro áreas científicas: Investigación Básica, Tecnología Nuclear, Protección Radiológica y Medio Ambiente, y Energías Renovables; además, se incluyeron el Instituto de Estudios Nucleares, el Departamento de Seguridad y el Departamento de Tecnología para dar soporte a las áreas científicas en tecnologías comunes (informática, química, técnicas geológicas, electrónica, isótopos, ingeniería), así como los departamentos de Personal y Administración.

Tras su creación, se tomaron decisiones de gran trascendencia, coherentes con la reducción de centrales nucleares del Plan Energético de 1983, como la paralización de actividades nucleares del Centro de Soria (CINSO), que se convertiría con el tiempo en un centro de investigación en biomasa y energía eólica de baja potencia, el desmantelamiento de los reactores experimentales JEN 1, JEN 2 y CORAL, el desmantelamiento del circuito de sodio ML 1 y el cierre de los laboratorios de reprocesamiento. Progresivamente, la I+D nuclear se fue concentrando en lo que necesi-

taba el país para dar soporte científico y técnico a su energía nuclear y a los usos médicos e industriales de la física nuclear: seguridad de las centrales nucleares, alargamiento de vida de las mismas, gestión de los residuos radiactivos, protección radiológica, medio ambiente radiológico, dosimetría de radiaciones, metrología de las radiaciones ionizantes e innovación nuclear para seguir los nuevos conceptos de reactores subcríticos, combustibles nucleares resistentes a accidentes, etc.

En investigación básica

Se dio un gran impulso al programa de Fusión Termonuclear, desarrollando y construyendo el reactor de tipo stellarator TJ-2, gran instalación científica singular incluida en el programa de fusión de EURATOM.



Planta de ensayo de materiales de vasija para alargamiento de vida.

El programa de Física de Altas Energías tuvo un periodo muy brillante, lanzando y coordinando programas para su potenciación científica y tecnológica en las universidades y empresas españolas, y aportando equipos de alta tecnología al acelerador LEP del CERN, como las cámaras de muones y otros componentes, construidos en los talleres del CIEMAT.

Se realizó un gran trabajo, de reconocimiento internacional, para aplicar la biología molecular a la curación de enfermedades raras y cáncer. Ello con contratos importantes con hospitales nacionales para la fase clínica y con la industria farmacéutica estadounidense y española.

Asimismo, fue importante el trabajo de desarrollo de nuevos fármacos, mediante técnicas de farmacocinética, empleando ratones y equipos PET (Positron Emission Tomography) para estudiar la distribución de los fármacos en los distintos órganos.

En tecnología nuclear

Para apoyar la seguridad y alargamiento de vida de las centrales nucleares, se realizaron proyectos de gran importancia para el sector eléctrico sobre el estudio de los fenómenos fisicoquímicos (corrosión bajo tensión e irradiación neutrónica) que causan deterioro en el material de vasijas del reactor y sus componentes interiores. Para ello, se construyó un laboratorio para simular las condiciones ambientales en las que funcionaban dichos materiales.



Instalación PECA para el estudio de aerosoles en accidentes severos.

En materia de seguridad nuclear han destacado también los trabajos en colaboración con el CSN, para el análisis de accidentes severos.



Laboratorio de metrología de neutrones.



Equipo de caracterización radiológica no destructiva de bidones de residuos radiactivos de baja y media actividad.

CIEMAT adquirió, por delegación del Centro Español de Metrología, la competencia en metrología de radiaciones ionizantes, manteniendo los patrones nacionales para la calibración de los equipos radiológicos de los hospitales del país (equipos de radiodiagnóstico y de radioterapia) y para otras aplicaciones industriales.

En protección radiológica y medio ambiente

Destacó la actividad de colaboración con ENRESA para establecer los criterios de diseño radiológico del emplazamiento de un AGP y para planes de vigilancia radiológica del emplazamiento de El Cabril.

Para esta misma empresa, se puso en marcha un programa de soporte a la gestión de los residuos en El Cabril, para el que se desarrollaron técnicas de supervisión radiológica y equipos de medida y caracterización de bidones con residuos de baja y media actividad.



Ensayo de barreras de arcilla para el AGP.

Deben destacarse también las actividades de I+D+i para el desarrollo del AGP de ENRESA, tanto para la caracterización de la barrera geológica como para el estudio de las barreras de ingeniería, realizando y explotando unidades móviles de geoquímica e hidrogeología y experimentos a escala de barreras de arcilla, con importantes colaboraciones con laboratorios extranjeros, como las del proyecto FEBEX en Suiza.



Plataforma solar de Almería.

Asimismo, CIEMAT realizó investigación prenormativa y asesoramiento para apoyar la posición del Gobierno español sobre las normativas de la Unión Europea en materias de contaminación ambiental.

Los accidentes nucleares de Harrisburg (1979) y Chernóbil (1986) demostraron la importancia de los factores

humanos en la seguridad de operación de las centrales nucleares. Ello dio lugar a numerosos proyectos sobre la interacción hombre-máquina para incorporar con rigor estos factores en la regulación. CIEMAT creó un grupo de trabajo en esta materia para dar soporte al CSN.

Este grupo también ha realizado un importante trabajo para el análisis de los factores sociotécnicos que ayudan a comprender la oposición social a las grandes instalaciones energéticas, así como las metodologías que pueden ayudar a su aceptación.

Tras el accidente de Palomares de 1966, en el que colisionaron en vuelo dos aviones militares estadounidenses cuando realizaban el repostaje de combustible y desprendieron cuatro bombas termonucleares, la JEN y el CIEMAT han mantenido un programa de vigilancia ambiental de las zonas afectadas y de reconocimiento médico de la población, bajo la supervisión del CSN. En el año 2006 se llevó a cabo la caracterización 3D de las zonas afectadas, lo que permitió el vallado de las mismas, así como la protección y el control radiológico del emplazamiento, que se mantienen a día de hoy.

Se ha hablado y escrito en varias ocasiones sobre la intención del Gobierno español de desarrollar la bomba atómica. De acuerdo con el libro del profesor Guillermo Velarde [Ref.7], este proyecto se planteó a determinados niveles del ejército con el pseudónimo "Islero", y fue objeto de algunos informes de especialistas de la JEN y de un estudio más detallado del profesor Velarde. Sin embargo, el proyecto fue descartado, probablemente por la presión de EE.UU., por lo que no pasó más allá de los informes citados.

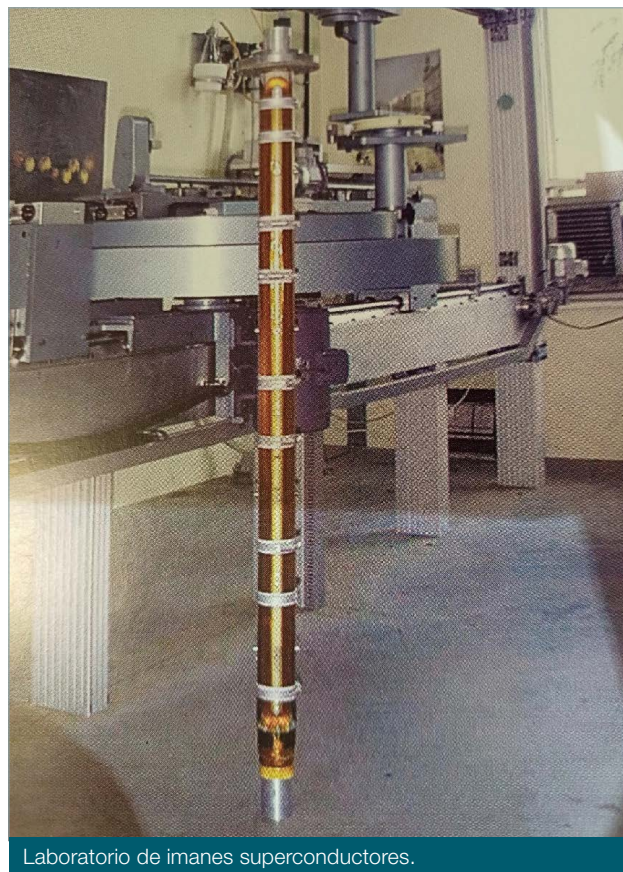
Otro proyecto, que se planteó por la Armada española, mediante acuerdo con la JEN, fue el desarrollo de un submarino nuclear. Para ello, varios mandos de la Armada española realizaron el curso de Ingeniería Nuclear de la JEN y se hicieron varios informes técnicos. Las dificultades técnicas de este proyecto, entre las que figuraba la necesidad de uranio enriquecido, y su elevado coste, lo hicieron fracasar.

En energías renovables

Estas energías han recibido una atención especial desde que se constituyó el CIEMAT, convirtiendo a este Organismo en el centro de referencia nacional, con un gran prestigio internacional. A ello han contribuido los desarrollos de aerogeneradores experimentales en colaboración con el sector eléctrico y OCIDE, en los que CIEMAT fue pionero a nivel europeo; asimismo, en el campo de la energía solar de concentración, la Plataforma Solar de Almería ha estado y está a la cabeza del desarrollo mundial de esta tecnología.

Las investigaciones y desarrollos de células fotovoltaicas y la homologación de paneles fotovoltaicos han sido importantes para la introducción y promoción de esta tecnología en España.

También ha sido importante el impacto de la investigación de CIEMAT en la industria para el aprovechamiento energético de la biomasa y para el desarrollo de biocombustibles para el transporte terrestre y aéreo.



Laboratorio de imanes superconductores.

En energía fósil

CIEMAT ha realizado un importante trabajo para el desarrollo de tecnologías para la combustión limpia del carbón y de residuos forestales e industriales, así como para la separación y almacenamiento del CO₂.

También ha sido notable la I+D sobre pilas de combustible y la producción de hidrógeno mediante energía solar.

El departamento de seguridad del CIEMAT

Se ha encargado de establecer y controlar el cumplimiento de la normativa de autorización y operación de las instalaciones nucleares y radiactivas del Organismo, informando periódicamente al CSN y siendo el interlocutor con este Organismo para dar cumplimiento a sus instrucciones.

Este Departamento también ha sido responsable del proyecto PIMIC (Plan Integral de la Mejora de las Instalaciones del CIEMAT), que tiene por objetivo dismantelar todas las instalaciones nucleares y reducir las instalaciones radiactivas a las estrictamente necesarias para cumplir los objetivos actuales del CIEMAT, limpiando, asimismo, los terrenos en los que se depositaron residuos de estériles de minería durante la etapa de operación de la JEN. Las actividades principales del dismantelamiento de las instalaciones nucleares han sido realizadas por ENRESA.

En la dirección de tecnología

Ha sido muy relevante el aprovechamiento de sus capacidades para el desarrollo de equipamiento científico de alto nivel en los campos de superconductividad, aceleradores de partículas, tecnologías de terapia con hadrones

y de imagen médica mediante PET (Positron Emission Tomography). Para ello ha sido importante la colaboración con el CERN y con el CEDEX.

Resumiendo, muy brevemente, puede afirmarse que el CIEMAT ha jugado un papel primordial en la modernización del país y en el soporte científico y tecnológico a los planes de energía del Gobierno, destacando entre los centros de investigación energética de otros países.

REFERENCIAS

- [1] El inicio de la ciencia nuclear en España. 2017. Sociedad Nuclear Española.
- [2] Junta de Energía Nuclear, 25 aniversario. 1976. Gráficas Enar.
- [3] Historia Nuclear de España. 1995. Sociedad Nuclear Española.
- [4] Energía Nuclear en España. De la JEN al CIEMAT 2001. Ediciones Doce Calles.
- [5] Tecnologías energéticas e impacto ambiental. 2001. Mc.Graw-Hill.
- [6] El ciclo de combustible nuclear. Sociedad Nuclear Española.
- [7] Proyecto Islero. 2016. Guillermo Velarde Pinacho. ■

NOTAS DEL AUTOR

• **Incorporación y formación (1971–1972).** Ramón Gavela González se incorporó a la JEN en septiembre de 1971, becado para cursar Ingeniería Nuclear. Describe aquella etapa como una experiencia de alto nivel, con profesorado formado en el extranjero y prácticas en física nuclear, reactores y espectrometría que solo eran posibles en la JEN; tras el curso, se integró como profesional en 1972.

• **Testimonio sobre el proyecto de submarino nuclear.** El autor fue testigo directo de la iniciativa de la Armada española para desarrollar un submarino nuclear mediante acuerdo con la JEN y participó en el diseño termo-hidráulico del reactor propuesto. El proyecto no prosperó por su complejidad técnica —incluida la necesidad de uranio enriquecido— y su elevado coste.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al CIEMAT la autorización para publicar las fotografías de este artículo.