

Los orígenes de la investigación experimental en Física Nuclear y de Partículas en España*

Agustín Ceba, Víctor Navarro y Jorge Velasco

The origins and constitution of experimental nuclear and particle physics in Spain can be traced back to 1950 and the physicist Joaquín Catalá. In a stay in Bristol in 1949-1950 Catalá learned the technique of photographic emulsions in Cecil Powell's laboratory. The technique was very well suited to an autarchic and isolated country like Spain, in a depressed situation after the Civil War. In few years Catalá succeeded in creating a stable group, establishing links with the most important foreign laboratories, producing many scientific papers and developing new research lines.

Introducción

El principal objetivo de este artículo es estudiar los orígenes y formación de la Física Experimental Nuclear y de Partículas en España [1]. Nuestra hipótesis es que estos orígenes se remontan al grupo fundado por Joaquín Catalá de Alemany en Valencia en 1950.

El desarrollo de la Física española en este período todavía no es bien conocido, siendo ésta una de las motivaciones para realizar esta investigación. Actualmente la Física es el área de investigación española con mayor impacto internacional, superando en un 37% la media mundial [2]. Sin embargo, la situación era muy diferente en los años 50 [3].

En 1955 sólo el 1,9% de los investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) eran físicos de formación, a diferencia de los químicos que constituían el 42% [4]. Hasta 1964 sólo se podía estudiar Ciencias Físicas en las Facultades de Ciencias de Madrid, Barcelona y Zaragoza. Cabe preguntarse entonces por las razones del gran desarrollo de la Física española en la segunda mitad del siglo XX.

Nuestra investigación, tomando como base estos magros antecedentes, puede considerarse un *case study* del desarrollo de la Física en España tras la Guerra Civil: Los orígenes y formación del grupo de Catalá en el año 1950 hasta lo que consideramos como su consolidación en 1958. Algunas de las cuestiones que nos hemos planteado son la influencia de la situación política, económica y científica en el desarrollo del grupo; cómo fue posible investigar en Física Experimental Nuclear y de Partículas; cuál fue la actividad científica desarrollada; cuándo y cómo se obtuvo reconocimiento por ella;

qué colaboraciones e intercambios científicos se llevaron a cabo; qué recursos materiales se utilizaron y cuáles fueron las fuentes de financiación.

Intentaremos responder a estas cuestiones en este artículo que hemos dividido en cuatro partes. Comenzaremos analizando los inicios del grupo de Catalá, relacionando estos orígenes con las consecuencias de la Guerra Civil en el ámbito sociopolítico y económico o en la organización de la actividad científica, que condicionaron, sin duda, los comienzos del grupo.

1. Orígenes y formación del Grupo de Catalá

Joaquín Catalá de Alemany (1911-2009) nació en Manresa (Cataluña) y se licenció en Ciencias Físicas en la Universidad de Barcelona donde impartió clases antes de la Guerra Civil [5].

Recordemos que la Guerra Civil es el suceso más importante acaecido el siglo pasado en España. El país resultó devastado por la contienda; un ejemplo de la pobreza posterior a la Guerra fue la existencia de una cartilla de racionamiento de los alimentos básicos hasta 1952. El régimen surgido fue una dictadura autoritaria, conservadora y marcadamente nacionalista, cuyo Jefe de Estado fue el militar Francisco Franco.

Después de la Guerra, Catalá se trasladó a Madrid para trabajar como meteorólogo, una ocupación que simultaneó la mayor parte de su vida con la docencia universitaria y la investigación. Al mismo tiempo trabajó en Madrid en el Instituto de Óptica *Daza de Valdés* del CSIC, doctorándose en 1943, siendo su director de tesis José María Otero Navascués, quien más tarde sería Presidente de la Junta de Energía Nuclear (JEN) [6]. En 1944 obtuvo la Cátedra de Física Teórica y Experimental en la Universidad de Valencia. Allí, sin embargo, el ambiente no era el más adecuado para la investigación en Física porque no había recursos materiales ni humanos, debido a que los estudios de la Facultad de Ciencias eran principalmente de Química [7].

* El presente artículo es una reelaboración y ampliación con nuevos datos y análisis de dos trabajos anteriores por V. Navarro, J. Velasco, J. Doménech: *La creación de una nueva disciplina científica en España: la física nuclear y de partículas*, *Cronos*, 7(1), 61-86 (2004) y *The birth of particle physics in Spain*, *Minerva*, 43 (2), 183-196 (2005). Forma parte de una investigación más amplia acerca de los orígenes de la Física Experimental Nuclear y de Partículas en España.

La decepción de Catalá queda patente en su correspondencia con Otero Navascués [8]:

“Creo haberle ya dicho que hablé con el Sr. Albareda quién mostró mucho interés para que fuera a trabajar a Inglaterra y de decirle que eran también los planes que Vd. me había propuesto para este curso quedó encantado. Por este motivo le ruego que no me olvide en sus proyectos...! Estoy desesperado con esta monótona vida que nada tiene de científica y si no me aireo un poco me veo perdido! Ya sabe Vd. que estoy de corazón en esa sección de Óptica que Vd. ha creado y desearía trabajar, dónde sea, por ella.”

Durante aquellos años la política internacional española estuvo caracterizada por el aislamiento. El punto de inflexión en la normalización de las relaciones internacionales fue el ingreso en la ONU en 1955; previamente se habían firmado los Acuerdos de Cooperación y Defensa con Estados Unidos en 1953 y el Concordato con el Estado Vaticano en 1953. La política económica era autárquica: el objetivo era un desarrollo autosuficiente e independiente de la situación internacional.

En cuanto a la ciencia, la Guerra Civil supuso una ruptura. Se exiliaron muchos profesores universitarios, mientras otros fueron purgados. La estructura institucional fue modificada con la creación en 1939 del CSIC, que heredó la mayor parte de la infraestructura de la Junta de Ampliación de Estudios [9]. La mayoría de sus institutos se localizaron en Madrid; con el paso del tiempo se crearon grupos de investigación en las universidades asociados a los institutos del CSIC. Este centralismo también afectó a la Universidad porque hasta 1954 sólo era posible obtener el doctorado en Madrid [10].

Los primeros años la prioridad científica fue la investigación aplicada, en coherencia con la política económica autárquica. En 1948 el Patronato Juan de la Cierva, dedicado a la ciencia aplicada, recibió un presupuesto de 15.958.000 pesetas, superior al de los cinco patronatos restantes juntos [11]. La Física Nuclear y de Partículas nunca figuró entre sus prioridades. En 1948 se creó Estudios de Patentes y Aleaciones Especiales (EPALE) que se convirtió en 1951 en la Junta de Energía Nuclear (JEN), para desarrollar las actividades relacionadas con la energía nuclear [12].

Finalmente Catalá lograría en 1949 una beca del CSIC para una estancia de un año en la Universidad de Bristol. Aunque inicialmente se unió al grupo de Física de Estado Sólido de Neville Mott (Premio Nobel de Física en 1977), no le gustó esta línea de investigación por considerarla muy teórica. Gracias a su amistad con William Gibson, que estudiaba los núcleos y las partículas subatómicas con la técnica de la emulsión fotográfica, logró introducirse en el grupo de Cecil Powell [13].

En 1947 Cecil Powell y Giuseppe Occhialini habían publicado una monografía muy influyente, *Nuclear Physics in Photographs*, donde sostenían que con la técnica de las emulsiones fotográficas el equipamiento necesario era tan simple que cualquier laboratorio universitario o instituto de investigación podía realizar investigaciones nucleares de calidad [14]. La realidad, de hecho, no era tan sencilla. Había problemas serios con la variación de propiedades y de las condiciones de exposición, así como con el control de la

distorsión en el revelado, secado, examen e interpretación de las emulsiones. Pero aún teniendo en cuenta estas dificultades, la técnica era relativamente barata y fácilmente exportable. Gracias a los esfuerzos de Powell y sus colaboradores consiguió imponerse como la técnica dominante en los estudios de Física de Altas Energías de la época. El éxito de Powell con esta técnica resulta evidente: fue galardonado con el Premio Nobel de Física en 1950 por la aplicación del método fotográfico y el descubrimiento de mesones en la Radiación Cósmica [15].

Peter Galison, autor del influyente libro sobre la cultura material de la microfísica *Image and Logic*, afirma que esta técnica ofreció a los laboratorios europeos la posibilidad de participar en la investigación de frontera cuando los aceleradores estadounidenses y los nuevos detectores electrónicos estaban fuera de sus posibilidades. Los practicantes de esta técnica crearon la subdisciplina de la Física de Partículas [16]. No hay que olvidar que la Física después de la II Guerra Mundial era una disciplina en proceso de cambio, especialmente en su vertiente experimental, que había pasado a ser una actividad de equipo dependiente de unos medios materiales cada vez más caros [17].

De vuelta a Valencia, en septiembre de 1950, el grupo de Valencia dirigido por Catalá inició sus actividades con cuatro estudiantes de doctorado. Tres eran químicos, José Aguilar, José Casanova y Francisco Badenes y sólo uno había obtenido la Licenciatura en Físicas, Fernando Senent. En el inicio de sus investigaciones la infraestructura e instrumentos eran escasos. Disponían sólo de un microscopio, unas pocas placas de emulsión, y algún material fotográfico; todo ello en una pequeña habitación de la Facultad de Ciencias [18].

Posteriormente en 1951 se incorporó al grupo el profesor Eugenio Villar, y la profesora Aurelia Bonet. Las precarias condiciones de trabajo son representadas en una caricatura realizada por Villar (Fig.1). La frase *Ice Laboratory* hace referencia a la ausencia de calefacción durante el invierno. Esta ilustración también sugiere las prácticas científicas involucradas en la técnica de la emulsión nuclear y la división del trabajo en el laboratorio.



Fig.1. Caricatura del grupo realizada por Eugenio Villar (1951).

En 1951 Catalá impartió en la Universidad de Valencia la Lección Inaugural, *La Técnica Fotográfica en Física Nuclear y Radiación Cósmica*. Esta lección y otra anterior en 1950 en la Bienal de Zaragoza de la Real Sociedad Española de Física y Química pueden considerarse como

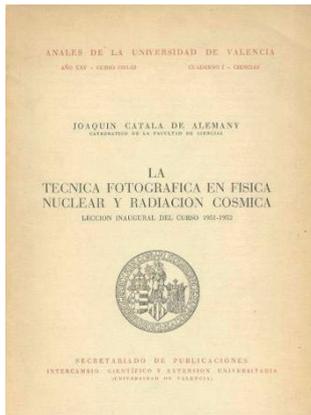


Fig.2. Portada de la lección inaugural del curso 1951-1952 de la Universidad de Valencia.

la presentación oficial en España de la investigación experimental en Física Nuclear y de Partículas. En su lección Catalá deploró el pequeño papel dado a la Física en España (hemos visto anteriormente que sólo se podía estudiar la licenciatura en tres universidades), y justificó la creación de su grupo experimental con argumentos científicos, económicos y sociales relacionados con las aplicaciones pacíficas de la Física Nuclear [19]. Finalizó su exposición con un argumento sorprendentemente moderno: estas investigaciones eran una nueva oportunidad profesional para los estudiantes de química [20].

2. Actividad Científica

Tras regresar de Bristol, Catalá continuó con las investigaciones que allí realizaba en colaboración con Gibson. Progresivamente, el grupo fue extendiendo sus líneas de investigación que estaban relacionadas de una u otra manera con la técnica de las emulsiones. Al final de la década de los 50 se ampliaron dichas líneas a experimentos con los aceleradores del CERN [21], creándose al mismo tiempo una totalmente nueva en Radioactividad Ambiental [22]. En la tabla 1 mostramos las líneas de investigación del período (1950-1958) [23].

Tabla 1. Principales líneas de investigación (1950-1958).

Reacciones nucleares y espectroscopia nuclear: secciones eficaces, niveles de energía, distribuciones angulares, paridades y espín.
 Fotodesintegraciones.
 Interacciones de π^+ , π^- con núcleos en la emulsión.
 Fisiones y trifisiones del uranio, radiactividad de elementos naturales.
 Espectros neutrónicos en reactores y fuentes de Ra-Be.
 Propiedades de las emulsiones fotonucleares: relación alcance-energía, sensibilidad, espesor.
 Nuevas técnicas con emulsiones fotonucleares: hilos de seda y tubos de vidrio microcapilares.
 Reconocimiento de partículas de corto alcance mediante la técnica del scattering y de muy corto alcance (microscattering).
 Resolución de los problemas auto-radiográficos por el método trazahistográfico.
 Estudio de la radiactividad del aire y del agua.

2.1. Investigaciones principales

Comentaremos brevemente las investigaciones más importantes del período fundacional del grupo:

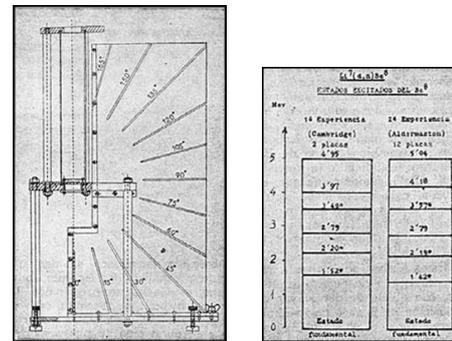


Fig.3. (Izquierda) Dispositivo experimental para la toma de datos donde se situaban las emulsiones con indicación de los ángulos a los que se medían las partículas difundidas. El haz de deuterones producido por el ciclotrón, cuya trayectoria está indicada por la línea central punteada, entra por la parte superior de la figura. (Derecha) Polémica por la existencia de los niveles 2.19 y 3.57 MeV, demostrando su existencia repitiendo el experimento en Aldermaston. CATALÁ (1957) p. 18 Op. cit.

Primero, la evidencia experimental de dos estados excitados del ^{8}Be presentada en el Congreso de Glasgow, que ayudó al grupo a ser bien conocido en el extranjero [24].

Segundo, el desarrollo de nuevas técnicas con emulsiones. La primera, la introducción de hilos de seda con uranio-235 para estudiar la trifisión del uranio [25], una investigación sugerida por Occhialini que después mejoraron colocando microcapilares de vidrio. Las placas fueron expuestas a flujos de neutrones en el reactor de Harwell y en varios reactores franceses. Los resultados se publicaron en *Nature* en 1959 [26].

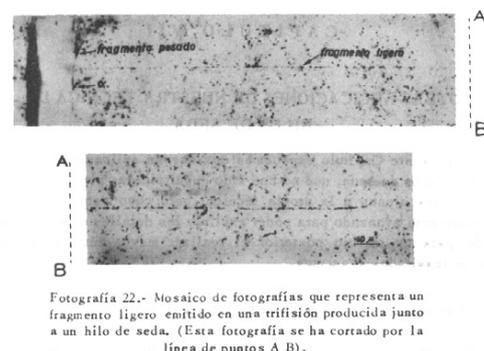


Fig.4. Suceso que muestra la trifisión del Uranio utilizando la técnica de los hilos de seda. En: CATALA, J.; CASANOVA, J. (1960) Nueva Técnica de Trabajo con Emulsiones Fotonucleares, Premio "Alfonso el Sabio 1957", CSIC, Instituto Antonio de Gregorio Rocasolano, Madrid. p. 132.

El desarrollo de esta técnica abrió nuevas fronteras al grupo. Paul Erdős, director del Departamento de Física Nuclear de Zurich les pidió estudiar la fotodesintegración de los núcleos de mercurio y galio en el betatrón de Zurich.

El grupo también tuvo intereses teóricos, como lo demuestra la publicación *Desarrollo de una distribución Angular Experimental Correspondiente a un Proceso Nuclear en Series de Polinomios de Legendre* [27] o la determinación de paridades y espines nucleares comparando las distribuciones angulares experimentales con las distribuciones teóricas mediante la aplicación de la fórmula de Butler [28].

2.2. Otros proyectos de investigación explorados

El programa de investigación presentado en la Lección Inaugural de 1951 no pudo llevarse a cabo completamente. Por ejemplo, no se pudieron realizar investigaciones en Radiación Cósmica [29], un campo en el que por entonces las partículas extrañas estaban de actualidad. Por otra parte, Catalá intentó en 1952 unirse a la colaboración europea promovida principalmente por Powell en la que se lanzaron tres globos entre 1952 y 1954 en Italia [30], pero sin éxito debido, según el propio Catalá, a los excesivos gastos de lanzamiento de los globos [31].

“Se nos exigía una contribución a los gastos de lanzamiento, en los que entre otros organismos intervenía la Marina de guerra italiana, contribución que estaba fuera de nuestro alcance, ya que si bien como decíamos antes, la radiación cósmica tal vez fuera la Física Nuclear de los pobres, no era todavía asequible a los mendigos o pobres catedráticos que científicamente vivimos, mejor o peor, de la caridad oficial.”

Esta compleja colaboración internacional ocasionó que los artículos científicos reflejaran el trabajo en equipo desarrollado. El récord fue un artículo que tuvo 36 firmantes, el primero con una página llena de autores (*Nuovo Cimento*, Noviembre 1955). Las colaboraciones llegaron a involucrar a 23 universidades de 12 países. Se crearon unas bases de trabajo en grupo y redes de cooperación internacional que anunciaban la llamada *Big Science* en que la Física de Partículas se estaba convirtiendo en Europa al final de la década de los cincuenta con la inauguración del protosincrotrón del CERN en 1959 [32].

Pero a mitad de esta década la Radiación Cósmica no podía competir con los sincrotrones estadounidenses de Berkeley (Bevatrón) o Brookhaven (Cosmotrón). Catalá expresaba en 1957 sus expectativas de establecer colaboraciones más allá del Atlántico [33].

“En la actualidad ya no se piensa en el lanzamiento de balones (sic); por lo menos éste es el criterio de los grupos italianos, belgas e ingleses con quienes mantenemos contacto, (...) se resignan a enviar sus placas a Berkeley. Esta situación posiblemente facilitará nuestra colaboración con dicho grupo.”

Así, al año siguiente, como resultado de una estancia de Fernando Senent en la Universidad de Milán se estudió la determinación de la masa de partículas cuyo alcance en la emulsión era inferior a 2 mm, empleando el método de ságitas constante. Para ello se utilizó una placa Ilford G-5 procedente de Berkeley cedida por el profesor Bonetti de Milán [34].

Otro proyecto fallido fue la construcción de un detector basado en la Radiación Cerenkov para identificar partículas muy relativistas [35].

2.3. Asistencia a Congresos Nacionales e Internacionales

El grupo asistió a 6 encuentros nacionales, la mayoría *Bienales de Física* de la entonces Real Sociedad Española de Física y Química, organizados cada 2 años desde 1948. Las comunicaciones se publicaban en la revista de la Sociedad, *Anales de Física*, que había aparecido también en 1948 [36]. También presentaron comunicaciones en el II Encuentro sobre Física Nuclear celebrado en Santander en 1953, con la asistencia de cinco físicos extranjeros [37].

Asimismo participaron en 10 congresos internacionales, entre ellos el celebrado en *Bagnères de Bigorre* donde se discutió el puzzle tau-theta, se introdujo la representación de Dalitz y la nomenclatura de las nuevas partículas descubiertas. También presentaron comunicaciones en los grandes congresos de Ginebra *Usos Pacíficos de la Energía Atómica*, inspirados por el programa *Átomos para la Paz*, promovido por el presidente americano Eisenhower.

En la tabla 2 presentamos las actividades internacionales del grupo:

Tabla 2. Internacionalización de la investigación (1950-1958).

Asistencia a Congresos Internacionales (10)
Bagnères de Bigorre (1953), <i>Radiación Cósmica</i> ; Londres (1954) IUPAP; Glasgow (1954) <i>Reacciones Nucleares</i> ; Ginebra (1955) <i>I Usos Pacíficos de la Energía Atómica</i> ; Ámsterdam (1956) <i>Reacciones Nucleares</i> ; Estrasburgo (1957) <i>Fotografía Corpuscular</i> ; Padua-Venecia (1957) <i>Reacciones Nucleares y Radiación Cósmica</i> ; París (1958) <i>Reacciones Nucleares</i> ; Ginebra (1958) <i>II Usos Pacíficos de la Energía Atómica</i> ; Montreal (1958) <i>Fotografía Corpuscular</i> .
Visitas y estancias de investigación (23)
Joaquín Catalá: <i>Bruselas, París, Roma, Milán, Pisa, Génova, Harwell, Edimburgo, Aldermaston, Bristol, Lovaina, Zurich</i> . Fernando Senent: <i>Milán, Padua, Saclay, Orsay</i> . José Aguilar: <i>Colonia, Saclay, Estrasburgo, Amsterdam</i> . José Casanova: <i>Estrasburgo, Mol-Donk, Bruselas</i> .
Aceleradores y reactores nucleares para la toma de datos (12)
Cambridge (Cavendish Laboratory) <i>Equipo de Alta Tensión (Acelerador electrostático)</i> ; Liverpool, <i>Ciclotrón</i> ; Birmingham, <i>Ciclotrón y Sincrotrón</i> ; Harwell, (Reino Unido) <i>Reactor</i> ; Aldermaston (Reino Unido) <i>Van der Graaf</i> ; París, <i>Reactores de Chatillon y Saclay</i> ; Mol-Donk (Bélgica) <i>Reactor</i> ; Estrasburgo <i>Ra-Be</i> ; Zurich, <i>Betatrón</i> . También en Madrid tomaron datos de una fuente de neutrones de <i>Ra-Be</i> .
Relaciones con universidades y laboratorios internacionales (14)
Londres, St.Bartolomew's Hospital <i>J. Rotblat</i> ; Londres, Ilford, <i>C. Waller</i> ; Aldermaston, AEI (AERE) <i>T. E. Allibone, R. M. Payne</i> ; Birmingham, Universidad, <i>W. E. Burcham</i> ; Génova, Universidad, <i>A. Ciccone</i> ; Milán, Istituto Fische, <i>G. Occhialini, A. Bonetti</i> ; <i>P. Caldirola</i> ; Bergen (Noruega), Universidad, <i>Dr. Grodta</i> ; Bruselas Université Libre, <i>G. Occhialini, A. Ficz</i> ; Mol-Donk (Bélgica) Centro Atómico (CEN) <i>C. Beets, R. Rechenmann</i> ; Ginebra, CERN <i>W. Gibson, J.C. Combe</i> ; Zurich, Escuela Politécnica (ETH) <i>P. Scherrer, P. Erdős</i> ; Saclay (Francia) <i>H. Faraggi</i> ; Estrasburgo Universidad <i>P. Cüer</i> ; Montreal, Universidad <i>P. Demers</i> .

Para mantener esta actividad internacional, ya en 1953 habían solicitado a la JEN un presupuesto específico de 50.000 pts.

3. Consolidación y Reconocimiento

En un período relativamente corto el grupo se consolidó y obtuvo reconocimiento nacional e internacional. Ello, pese a las dificultades para obtener una financiación estable para sus actividades ya que, a comienzos de los años 50, la investigación en la Universidad apenas se financiaba, no siendo además un objetivo prioritario [38]. Entonces no existía una estructura como la actual para la investigación en forma de becas o contratos, provenientes de fondos estatales o privados.

Desde 1951 Catalá reclamaba al Estado un apoyo a los físicos, como sucedía en otros países [39].

“En todas las naciones la mayor parte de los físicos se han enrolado bajo sus banderas, recibiendo las máximas atenciones por parte de los organismos responsables de la investigación y del propio Estado.”

Aún así, se obtuvieron fondos principalmente de tres fuentes. La primera, un sostenimiento económico para la mayoría de los miembros del grupo como profesores adjuntos, ayudantes o auxiliares de la Universidad de Valencia. La segunda fue la ayuda de la Junta de Energía Nuclear (JEN), gracias al apoyo de José María Otero Navascués, y la tercera –de menor importancia–, la procedente del CSIC, gracias a que Catalá logró que su grupo se admitiese como asociado al Instituto de Óptica “Daza de Valdés”. Otras fuentes, también privadas, como becas y ayudas de la Fundación Juan March, comenzaron en 1957.

Hubo un intento fallido por convertirse en un grupo especializado de la JEN en el estudio de las reacciones nucleares utilizando la técnica fotográfica. Los obstáculos, según manifestó Catalá en 1956, fueron el centralismo y la falta de criterios meritocráticos en la financiación [40]:

“Una sección que con la ayuda de Dios, el entusiasmo de sus colaboradores y el apoyo material y moral de la Junta de Energía Nuclear, está haciendo Física en uno de los ambientes menos propicios para ello, cual es el de una Facultad de Ciencias Químicas provinciana [...]. Dejarme que [...] haya recalado este estado de cosas, vestigio de

un centralismo trasnochado, que en interés de todos debería terminar, cosa que puede ocurrir cuando a cada centro docente se le otorgue, a todos los efectos, una categoría basada en sus propios méritos y esfuerzos, pero que no varíe con una ley, muy física por cierto, pero injusta en este caso, cual es la culombiana de la inversa del cuadrado de la distancia... a Madrid.”

En 1957 el grupo de Catalá se independizó del Instituto de Óptica *Daza de Valdés* renombrándose como Centro de Física Fotocorpúscular (CFFC). Éste fue el primer paso hacia la institucionalización definitiva del grupo. Ese mismo año ingresaron tres mujeres para la tediosa tarea de observar a través del microscopio las trazas dejadas por las partículas. Se trataba de un personal técnico, sin formación científica, las *scanning girls*, como eran denominadas en Bristol.

El anagrama del CFFC representaba perfectamente la idea que las propiedades de las partículas elementales era posible estudiarlas utilizando un microscopio [41]. Catalá obtuvo rápidamente el reconocimiento de sus colegas por la labor realizada. Se le otorgó la primera Medalla de la Real Sociedad de Física y Química en 1958 por su labor de investigación, organización y dirección de uno los centros de mayor producción científica en España. En total, realizaron 57 publicaciones en el período de 1950 a 1958, incluyendo 6 tesis doctorales [42]. Estas publicaciones reflejaban el carácter internacional de sus investigaciones porque la bibliografía citada era exclusivamente extranjera y las fuentes de datos eran laboratorios europeos. De hecho, Catalá y su grupo fueron los autores con más artículos publicados en la revista *Anales de Física* en los años citados. Catalá también logró los premios nacionales *Alfonso X el Sabio* y *Juan March*, este último de gran cuantía económica, 500.000 pts. de la época, que fueron utilizados para la financiación del grupo.

El reconocimiento internacional del grupo es más difícil de evaluar porque la mayoría de los artículos se publicaron en revistas españolas. Sólo se publicaron 2 artículos en



Fig.5. Anagrama del Centro de Física Fotocorpúscular.

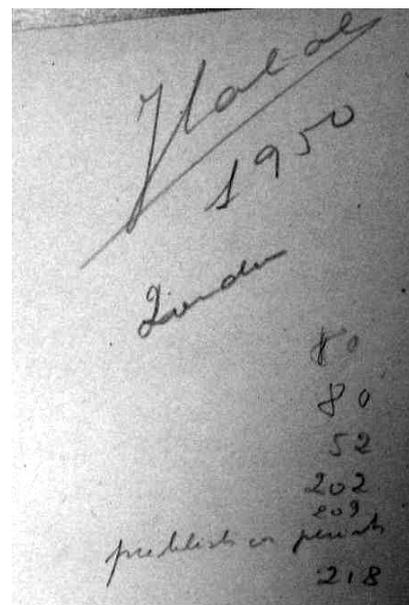


Fig.6. Anotación de Catalá “publish or perish” (1950) en el libro *Principles of Scientific Research*.

revistas extranjeras antes de 1958 [43], que figuran en el *Science Citation Index*. Sin embargo sabemos que los artículos escritos en español circularon en el extranjero. Así 20 trabajos del grupo son citados en la monumental monografía *Ionographie*. Escrita por el canadiense Pierre Demers, esta obra pretendía que la Ionografía fuese la disciplina para el estudio de las trayectorias materializadas en sólidos atravesados por iones [44]. A finales de esta década comenzaron a publicar de forma regular en revistas internacionales como *Nuclear Physics* o *Il Nuovo Cimento*.

4. Conclusiones y Perspectivas

Nuestra primera conclusión está relacionada con los peculiares orígenes del grupo de Valencia. Por un lado no estaba localizado en Madrid donde se decidía la política científica nacional, sino en Valencia. Por otra parte la mayoría de los miembros iniciales no eran físicos de formación, sino químicos.

Segundo, la técnica de la emulsión importada por Catalá desde Bristol aportó la solución ideal para las pobres condiciones materiales de la Facultad donde trabajaba, logrando desarrollar una actividad científica internacional a pesar de la situación política y socioeconómica de España, bajo un régimen dictatorial, aislado y autárquico. Fueron capaces de realizar una producción científica sólida y competitiva: artículos, desarrollo de nuevas técnicas, presencia en congresos internacionales, y establecimiento de una red de contactos y colaboraciones con los aceleradores, reactores y laboratorios europeos más importantes. Por tanto Catalá no sólo importó una técnica sino también la manera de organizar un instituto de investigación, por medio del trabajo en equipo, y principalmente una nueva forma de entender la investigación donde la rápida producción y comunicación era lo más importante.

En resumen, el programa de investigación inaugurado por Catalá fue completamente original en España. Podemos considerar a este grupo el origen institucional de la investigación experimental en Física Nuclear y de Partículas en España. El grupo de Valencia fomentó una tradición que continua hoy en día.

Entre las cuestiones que actualmente están guiando nuestra investigación resaltaremos tres: 1) profundizar en el conocimiento de las relaciones establecidas con aceleradores, laboratorios y grupos internacionales; 2) la influencia sobre las investigaciones del grupo del ingreso de España en el CERN en 1961 y 3) la relación entre la investigación y la enseñanza (la Universidad de Valencia, desde 1964, fue la cuarta en impartir la licenciatura en Ciencias Físicas).

Una reflexión antes de concluir. Nuestro estudio, así como otros realizados o en curso, sobre el alcance de la ruptura de la Guerra Civil y el ritmo de recuperación de los siguientes años, nos permitirán responder la cuestión inicial: cómo ha sido posible a la física española alcanzar el nivel productivo actual, desde un pasado, no muy lejano todavía, de escaso desarrollo y dificultades.

Presentamos para finalizar una tabla comparativa entre la situación del grupo de Catalá en 1950 y 1958.

Tabla 3. Comparación 1950 - 1958.

1950	1958
Creación del grupo de Catalá como Sección Local del Instituto de Óptica “Daza de Valdés”.	Renombrado como <i>Centro de Física Fotocorpuscular</i> (CFFC).
Personal: 5	Personal: 19 (incluye personal técnico como tres mujeres microscopistas).
Financiación: EPALE (Empresa de Patentes y Aleaciones Especiales) y IO “Daza de Valdés” (CSIC).	Financiación: Junta de Energía Nuclear principalmente. Publicaciones: 57(6 Tesis Doctorales).
Internacionalización: Catalá pensionado un año (1949-1950) en Bristol por el CSIC.	Internacionalización: Asistencia a 10 Congresos Internacionales. Colaboración con 14 laboratorios en 7 países. Viajes y estancias de investigación: 23.

Agradecimientos

Queremos recordar y agradecer la colaboración prestada por los profesores Joaquín Catalá, fallecido el 27 de septiembre de 2009, los profesores José Casanova, José Aguilar, y Salvador Senent fallecidos en 2006; a los profesores Eugenio Villar y Aurelia Bonet, y a Mari Carmen Catalá, quienes nos ofrecieron su testimonio personal y nos aportaron valiosos documentos. También queremos agradecer la atención recibida en los diferentes archivos donde hemos consultado documentación vinculada con el grupo.

Referencias y Notas

- [1] La Física de Partículas, conocida también como Física de Altas Energías, surgió de la confluencia entre tres cuerpos de investigación inicialmente distintos: Física Nuclear, Radiación Cósmica y Teoría Cuántica de Campos, entre 1930 y 1950. Véase BROWN, L.M., HODDESON, L., *The Birth of Elementary Particle Physics: 1930-1950*. En: BROWN, L.M., HODDESON, L. (eds.), *The Birth of Particle Physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1983), pp. 3-36 y no estuvo constituida como disciplina antes del final de la II Guerra Mundial. Véase también J. NAVARRO VIVES, *New Entities, old paradigms: elementary particles in the 1930s*, *Llull*, 27 (59), 435-464 (2004).
- [2] Según los indicadores nacionales de ciencia (2004-2008) de THOMSON REUTERS, en FERNÁNDEZ DE LABASTIDA, J.M., *La producción científica en España*, *Bit*, nº 177, 40-43 (2009).
- [3] Una parte de las actividades de los grupos españoles en Física Nuclear y Física de Altas Energías, en los proyectos internacionales más destacados viene recogida en los números especiales 1 y 2, Vol. 22 (2008), de la Revista Española de Física.
- [4] Véase GONZÁLEZ BLASCO, P. y JIMÉNEZ BLANCO, J., *La investigación en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Estudio de un grupo significativo durante el periodo 1940-1955*. En: GONZÁLEZ BLASCO, P. y JIMÉNEZ BLANCO, J. y LÓPEZ PIÑERO, J.M^a, *Historia y sociología de la ciencia en España* (Madrid: Alianza, 1979), pp. 153-155.

- [5] Currículum Vitae de 1973 que se conserva en los archivos del IFIC y CV de la Real Academia de Ciencias Naturales y Exactas, Madrid, 1980.
- [6] El trabajo fue dirigido por NAVASCUÉS, O. pero al no ser Catedrático de Universidad, el “padrino” de su tesis fue TERRADAS, E.. Comunicación personal de CATALÁ, J., 20 de Julio de 2006.
- [7] AGUILAR PERIS, J., comunicación personal, 9 de Septiembre de 2006, CATALÁ DE ALEMANY, J., *Las investigaciones nucleares en Valencia*, Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química, LIII, (A), 1-2, p. 8, 5-30 (1957).
- [8] CATALÁ DE ALEMANY, J. a MARÍA OTERO NAVASCUÉS J., 20/IX/1945. Correspondencia NAVASCUÉS, O. 1945-1946. Archivo Instituto de Óptica Daza de Valdés.
- [9] Sobre el CSIC, véase PUIG-SAMPER, M.A. (coord.) *JAE-CSIC, cien años de ciencia en España* (Madrid: CSIC, 2007). *Sobre la represión y depuración*, OTERO CARVAJAL, L.E. (dir.) *La destrucción de la ciencia en España. Depuración Universitaria en el franquismo* (Madrid: Universidad Complutense, 2006) y CLARET, J., *El atroz desmoche: la destrucción de la universidad española por el franquismo* (Barcelona: Crítica, 2006). En el caso de la física, el exilio y represión debería ser valorado de forma distinta según Sánchez Ron. Véase su Reseña de *El Atroz Desmoche* en El País, 14/10/2006.
- [10] El centralismo era una situación heredada de la Junta de Ampliación de Estudios. Durante el franquismo la investigación empezó a descentralizarse. Véase GONZÁLEZ BLASCO, P. y JIMÉNEZ BLANCO, J. y LÓPEZ PIÑERO, J.M^a (1979) Op. Cit., p. 140. Todavía en 1984, 51 centros del CSIC se encontraban en Madrid, frente a 40 en el resto de España. Véase, GARMA, S. y SÁNCHEZ RON, J.M., *La Universidad de Madrid y el Consejo Superior de investigaciones Científicas*, Alfoz, 66-67, 59-60, (1989).
- [11] SÁNCHEZ RON, J.M., *Cinco, martillo y piedra. Historia de la Ciencia en España (siglos XIX y XX)*. Madrid, Taurus, p. 348 (1999). El dato procede de la Tesis Doctoral de LÓPEZ GARCÍA, S., *El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (1994). Para una aproximación a la política científica y tecnológica durante el franquismo véase SANZ, L., *Estado, ciencia y tecnología en España 1939-1997*, (Madrid: Alianza, 1997).
- [12] Los orígenes de la Física Nuclear en España y su influencia en otros campos empieza a ser bien conocidos. En relación con la JEN, destacar especialmente ROMERO DE PABLOS, A., SÁNCHEZ RON, J.M. (2001), *Energía nuclear española. De la JEN al CIEMAT* (Madrid: Ciemat, Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2001).
- [13] Comunicación personal a NAVARRO, V. y VELASCO, J., 15 de Mayo de 2001. En la primera publicación hay un agradecimiento a Mott: “Uno de nosotros (J.C.) ha de agradecer, sincera y afectuosamente, al Profesor Mott, N.F. la constante cordialidad de que fue objeto durante su estancia en Bristol”. Véase CATALÁ, J. y GIBSON, W. *El espectro energético de los protones producidos en la reacción C12(d,p)C13, en relación con los posibles estados excitados del C13(I)* Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química, XLVI (A), 307-316 (1950). Entre 1959 y 1960 GIBSON dirigió el grupo de emulsiones nucleares del CERN.
- [14] Sobre la técnica de las emulsiones véase el capítulo *Nuclear Emulsions: The Anxiety of the Experimenter*, en GALISON, P., *Image and Logic. A material culture of physics*. Chicago, The University of Chicago Press, pp. 143-239 (1997). Una descripción de la técnica en CATALÁ DE ALEMANY, J., *La Técnica Fotográfica en Física Nuclear y Radiación Cósmica*, Anales de la Universidad de Valencia, XXV, I (1951). Para la difusión de la técnica en Europa, especialmente la labor realizada por Occhialini, véase Gariboldi, L. (2006), *Developing a technique for researches in cosmic-ray physics: Nuclear emulsions from Bristol to Europe*, en KOKOWSKI, M. (ed.) *The Global and the Local: The History of Science and the Cultural Integration of Europe*. Proceedings of the 2nd ICESHS (Cracow, Poland, September 6-9, 2006), pp. 480-486.
- [15] *Nobel Lectures in Physics 1942-1962*, Amsterdam, Elsevier, p. 137.
- [16] GALISON (1997), Op. Cit., p. 27.
- [17] Recordemos el informe de BUSH, V., *The Endless Frontier (1945)*, al presidente Roosevelt en defensa de la investigación básica, y en particular de la Física, fundamentado en el papel jugado en la II Guerra Mundial que había ocasionado la victoria de los Aliados. Véase SANZ, L. (1997), Op. Cit., p. 71.
- [18] Como comentó Catalá la técnica resultaba adecuada a su situación en Valencia “es el método más económico (...) abre un sin fin de posibilidades a quienes sin más armas que un buen microscopio, pero con entusiasmo y constancia, quieran trabajar”, CATALÁ DE ALEMANY, J., *La Técnica Fotográfica en Física Nuclear y Radiación Cósmica*, Anales de la Universidad de Valencia, XXV, I. p. XIII (1951).
- [19] CATALÁ (1951), Op. Cit., p. XI.
- [20] CATALÁ (1951), Ibidem, p. XVI.
- [21] Esta línea de investigación tiene su origen en una estancia que el profesor VILLAR, E. realizó en 1960 en Milán, becado por la Agencia Internacional de la Energía Atómica. En la primera publicación VILLAR firmaba con 17 personas más. Véase BALDASSARRE et al. (1961) *Observations on the Coherent Production of two Charged Pions by Pions at 14 GeV*, *Il Nuovo Cimento*, Serie X, Vol. 21, 459-468. Las emulsiones habían sido expuestas a un haz de piones con un momento de 14 GeV/c creados en el protosincrotrón (PS) del CERN.
- [22] La primera publicación, CATALÁ, J., DOMINGO, V., ALBERO, V., ENGUÍDANOS, L., CASANOVA, J., *Radiactividad del aire y del agua en Valencia*, Urania, 252, 1-5 (1960).
- [23] En Currículum Vitae del Centro de Física Fotocorpuscular de la Facultad de Ciencias de Valencia, Septiembre 1958. Archivos IFIC, Valencia.
- [24] Se solicitaron separatas, entre otros, de Belgrado y de Melbourne. Véase CATALÁ (1957), Op. Cit., p. 17.
- [25] El conocimiento de la naturaleza de la partícula ligera de la trisición del uranio tenía interés por su relación con los números mágicos de la teoría nuclear estratiforme. En CATALÁ (1957), Op. Cit., p. 21.
- [26] CATALÁ, J., CASANOVA, J., DOMINGO, V. *Two cases of Triple Fission of Uranium-235*, *Nature* 184, 157-158 (1959).
- [27] CATALÁ, J., SENENT, F., AGUILAR, J. *Desarrollo de una Distribución Angular Experimental Correspondiente a un Proceso Nuclear en Serie de Polinomios de Legendre*, EUCLIDES, Vol. XV, Mayo-Junio, pp. 151- 157 (1955).
- [28] SENENT, F., VILLAR, E., BONET, A. *Determinación de paridades y spins nucleares por aplicación de la fórmula de Butler*, Anales de la RSEFQ, LIII, (A), 5-6, 109-121 (1957). En este trabajo describían “las reglas prácticas para la aplicación de la fórmula”.
- [29] Anteriormente se había atribuido erróneamente al grupo esta clase de investigaciones: “se llevaron a cabo desde finales de los años cincuenta estudios de interacciones de rayos cósmicos”. Véase YNDURAIN, F.J., *La Física de Altas Energías en España*, en SÁNCHEZ RON, J.M. (ed.) *Un Siglo de Ciencia en España* (Madrid: Publicaciones de la Residencia de Estudiantes, 1998), p. 198 y SÁNCHEZ RON (1999), Op. Cit., p. 429.
- [30] Sobre los recuerdos de esa época BALDO CEOLIN, M. *The Discreet Charm of the Nuclear Emulsion Era*, Annual Review of Nuclear and Particle Science, 52, 1-21 (2002). Para un análisis véase OLIVOTTO, C. (2006) *The Mediterranean flights and the G-Stack collaboration (1952-1955): A first example of European collaboration in particle physics*, en KOKOWSKI, M. (ed.) Op. Cit. pp. 490-496.
- [31] CATALÁ (1957), Op. Cit., p. 8.
- [32] OLIVOTTO (2006), Op. Cit., p. 495.
- [33] CATALÁ (1957), Op. Cit., p. 8.
- [34] CATALÁ, J., SENENT, F., AGUILAR, J., *Calibrado del método de ságita constante para la determinación de masas de partículas cuyo alcance en la emulsión es inferior a las 2000 micras*, Anales de RSEFQ, LIV(A), 3-4, 101-118 (1958).

[35] Informe elevado por la sección de Valencia del Instituto de Óptica “Daza de Valdés” a la Junta de Energía Nuclear. Octubre 1953. Archivos IFIC. Valencia.

[36] Sobre la física posterior a la Guerra Civil, véase SÁNCHEZ RON (1999), Op. Cit. y véase también Presas PUIG, A., *Las ciencias físicas durante el primer franquismo*, en Tiempos de investigación: JAE-CSIC, cien años de ciencia en España coord. por PUIG-SAMPER, M.A., MULERO, (Madrid: CSIC, 2007) pp. 299-304.

[37] Entre ellos ROTBLAT, J. (1908-2005), Premio Nobel de la Paz (1995) por su labor a favor del desarme nuclear en la Asociación Pugwash, con el cual el grupo de Catalá realizó colaboraciones. Véase AGUILAR PERIS, J., BONET HORTELANO, A., CASANOVA COLÁS, J., SENENT PEREZ, F., VILLAR GARCIA, E., ROTBLAT, J., Premio Nobel de la Paz, 1995, Revista Española de Física, Vol. 9 (4), pp. 15-17 (1995).

[38] SÁNCHEZ RON (1999), Op. Cit., p. 357.

[39] CATALÁ (1951), Op. Cit., p. XIV.

[40] Véase CATALÁ (1957), Op. Cit., p. 8.

[41] El anagrama aparece en el libro de SENENT, F., AGUILAR, J. (1959), *La física tiene la respuesta*, p. 242, Valencia, Sucesor de Vives Mora - Artes Gráficas. Muestra la importancia que los miembros del grupo acordaban a la comunicación de la ciencia dentro y fuera de los círculos académicos e incluso, en cierta manera, de hacer publicidad de sus investigaciones.

[42] Así puede que no sea sólo una anécdota la anotación *publish or perish* hecha por Catalá en el libro comprado en el Reino Unido *Principles of scientific research*, en una época en la que autores sostienen que tal divisa no era aún operativa. Véase ALVAREZ-ESTRADA, R., GALINDO TIXAIRE, A. (2001), *In memoriam* RAFAEL DOMINGUEZ RUIZ-AGUIRRE, Revista Española de Física, 15(5), 67-69.

[43] CATALÁ, J, GIBSON, W., *Range-Energy Relation for Protons and Alpha-Particles in Photographic Emulsions for Nuclear Research*, Nature, 167, 550-551 (1951) y CATALÁ, J., FONT, R., SENENT, F., AGUILAR, J, DE LA CUADRA, M., *Distribuciones angulares de los neutrones producidos en la reacción Li7(d,n) Be8*, Il Nuovo Cimento, 9, 377-380 (1957).

[44] DEMERS, P., *Ionographie. Les émulsions nucléaires. Principes et applications* (Ottawa: Les Presses Universitaires de Montreal. 1958) p. 704, pp. 730-731, p. 778. El libro constaba de 835 páginas. Demers dominaba la química de emulsiones aunque las emulsiones fabricadas por él y sus colaboradores tuvieron menos éxito que las de Kodak e Ilford, por ser sus granos más finos y difíciles de analizar. Véase GALISON (1997) Op. Cit. p. 192.

Agustín Ceba
 Departamento de Historia de la Ciencia y Documentación,
 Universitat de València; IES Guillem Colom Casanovas (Sóller)

Víctor Navarro
 Departamento de Historia de la Ciencia y Documentación,
 Universitat de València (profesor retirado)

Jorge Velasco
 Instituto de Física Corpuscular (Centro Mixto Universitat de València-CSIC)

Calidad a la medida



Fabricación de cámaras, componentes y sistemas de vacío a la medida de sus necesidades. Suministro de componentes standard de vacío. Soldadura Electron Beam Welding y Brazing.

Ingeniería y asistencia técnica.

TRINOS Vacuum-Projects, S.L

Parque Empresarial Táctica
 c/ Velluters, 17
 46988 Paterna (Valencia)
 España
 Tlf: (+34) 96 134 48 31
 Fax (+34) 96 134 48 30
 comercial@vacuum-projects.net

