



José BERNABEU es licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Valencia (1967) y doctor en Física por la misma institución (1970); ha realizado estancias y trabajos de investigación en distintos centros extranjeros, particularmente en el CERN (Laboratorio Europeo de Física de Partículas), de Ginebra.

Ha impartido docencia en las Universidades de Barcelona y de Valencia. Actualmente es Catedrático de Física Teórica de la Universidad de Valencia. Ha sido Director del GIFT (Grupo Interuniversitario de Física Teórica) de 1984 a 1987.

Ha publicado un centenar de trabajos originales de investigación en revistas científicas de ámbito internacional, como *Physical Review Letters*, *Physical Review*, *Physics Letters*, *Nuclear Physics*, *Z. für Physik*, etc. Gran parte de sus publicaciones en física de partículas elementales hacen referencia a las interacciones electrodébiles.

FISICA TEORICA DE PARTICULAS ELEMENTALES

J. BERNABEU

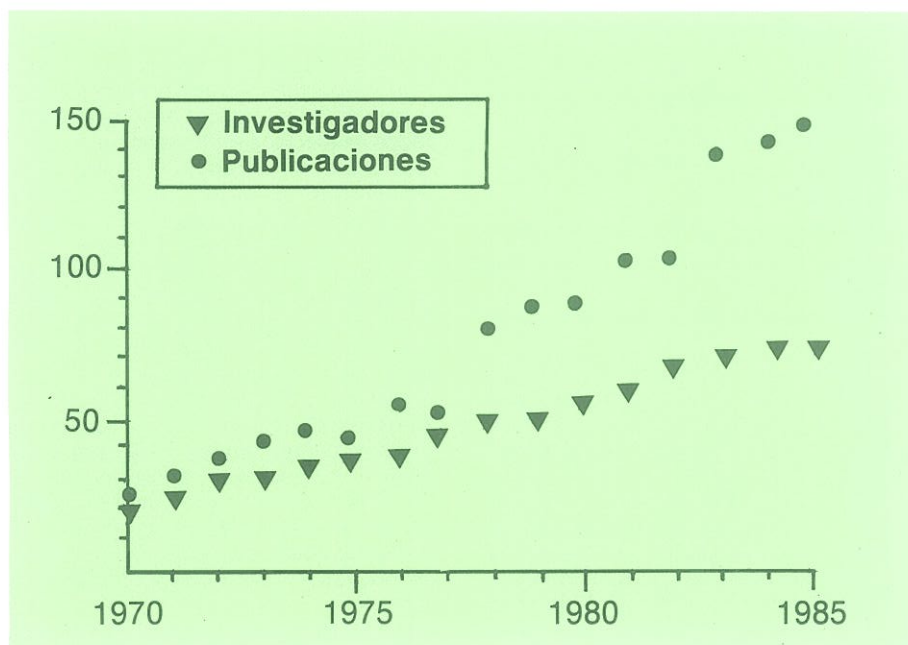
La Física Teórica en España es una disciplina reciente, con sus veinte años de vigencia, que se ha articulado en buena medida a través de la acción del GIFT (Grupo Interuniversitario de Física Teórica). Aunque inicialmente el GIFT contó sólo con especialistas en Física Teórica de Altas Energías, posteriormente, a causa de nuevos ingresos o de cambios en las líneas de investigación de sus miembros, se ha ido ampliando a otros campos de la Física Teórica. Dentro de este marco general, vamos a discutir aquí la actividad científica y las perspectivas de la Física Teórica de Partículas Elementales en España.

Considerando como investigadores a doctores con una cierta experiencia postdoctoral, el número global estimado es en España de unos setenta investigadores en Física Teórica de Partículas. La distribución geográfica de estos investigadores es de 23 en Madrid, en la Universidad Autónoma, en la Complutense y en el CSIC; 22 en Barcelona, en la Universidad Autónoma y en la de Barcelona; 10 en la Universidad de Valencia, 10 en la de Zaragoza, cuatro en la de Santiago y algún investigador aislado en las Universidades del País Vasco y de Salamanca. En toda la mitad Sur de la península no hay actividad científica en Física de Partículas, pareciendo preocupante su ausencia total tanto en una como en otra de las dos universidades andaluzas con estudios y grupos de Física. La evolución de este personal investigador en los quince años que van de

1970 a 1985, se muestra en la Figura I con un crecimiento de tipo lineal, a razón de tres o cuatro investigadores por año. Si se compara el número de Tesis Doctorales leídas anualmente y el de Becas postdoctorales en el extranjero, desde 1975 ambos son prácticamente constantes y similares. Así pues, el camino de formación del personal investigador en este campo pasa, en la mayor parte de los casos, por estancias en Centros de investigación extranjeros.

Si se compara el número global de investigadores españoles con la media europea en Física Teórica de Altas Energías, tres teóricos por millón de habitantes, la situación española está algo por debajo: nuestro índice es de unos 2/3 del de la población europea de físicos teóricos. Según hemos visto antes, algunos de los grupos teóricos españoles han superado el tamaño crítico, hallándose concentrado el 90 % de investigadores en siete instituciones de cuatro puntos geográficos.

Para analizar el rendimiento investigador, se da en la Figura I el número de publicaciones de los grupos teóricos españoles de Física de Partículas a lo largo de los últimos quince años, comparando con el número de investigadores en cada año. La proporción de publicaciones en revistas de ámbito internacional es últimamente del 90 %. El rendimiento investigador, publicaciones/investigador, es creciente con el tiempo, alcanzando en los últimos años una razón de unas dos publicaciones por investigador. Teniendo en cuenta



FI Evolución del personal investigador y de las publicaciones en el período 1970-1985

las colaboraciones entre investigadores de un grupo, la razón anterior ha de considerarse como un buen rendimiento investigador.

La investigación en Física Teórica de Partículas abarca una serie de estudios que la clasificación internacional IC-SU/AB especifica como: Teoría general de campos y partículas; Teorías específicas y modelos de interacción, y sistemática de partículas; Reacciones específicas y fenomenología; Propiedades de partículas específicas y resonancias. Esta clasificación no me ha parecido adecuada para una comparación de la temática teórica internacional con la de la actividad de los investigadores españoles. Para ello he preferido, sobre lo observado en las publicaciones de *Physical Review D* de los últimos años, una clasificación en los siguientes dominios:

- Aspectos formales de Teoría Cuántica de Campos, estructura teórica de modelos de interacción.
- Fenomenología de Altas Energías, tanto dentro como más allá de la teoría standard de interacciones fuertes y electrodébiles.
- Modelo standard con tratamiento perturbativo, y su realización en distintas fases.
- Física "blanda" de hadrones, tratamiento fenomenológico de las interacciones fuertes.
- Métodos, estudios y resultados no perturbativos.

En la Tabla I se presentan las proporciones de los artículos publicados en cada uno de esos dominios, según una muestra entresacada del *Physical Review D* durante los años 1984-86. Tam-

bién se dan las correspondientes proporciones de artículos publicados por investigadores españoles, según los datos que figuran en las Memorias del GIFT de esos años.

TI		
Espectro analítico de la Física Teórica de Partículas		
	Internacional	España
1)	18 %	18 %
2)	12 %	15 %
3)	17 %	15 %
4)	12 %	9 %
5)	14 %	20 %

Las relaciones internacionales de los investigadores en este campo cubren una amplia red que incluye los grandes Laboratorios Europeos como CERN y DESY, y de los Estados Unidos como FermiLab, SLAC y Brookhaven. El funcionamiento ordinario de estos intercambios se canaliza a través de las Acciones del Ministerio de Educación y Ciencia del CSIC y de las Universidades. También son ampliamente utilizados los Convenios del GIFT con Francia, con el Reino Unido y con Trieste, así como los Convenios entre el Plan Movilizador de la Física de Altas Energías, y el IN2P3 (Francia) y el INFN (Italia). Las relaciones científicas entre

unos grupos españoles y otros se hallan normalmente asociadas con las actividades de formación del GIFT, como el Seminario Internacional y los Cursos Interuniversitarios, así como con la impartición del tercer ciclo.

En cuanto a la infraestructura necesaria para el desarrollo de la investigación en este campo, bibliotecas-hemerotecas y red de cálculo científico, la situación es muy dispar en los distintos Centros españoles, pero en todos los casos la demanda es aceleradamente creciente.

La fuente principal de financiación radica en las subvenciones proporcionadas por la CAICYT, que se complementan con las ayudas y becas provenientes de otras convocatorias, de origen estatal o autonómico. En general, los presupuestos universitarios contribuyen en una proporción baja a las actividades de investigación de los grupos de este campo, y la situación es bastante dispar. Las subvenciones por proyectos presentados a la CAICYT proporcionan a la Física Teórica de Partículas una media de 350.000 pesetas, por doctor y por año. La distribución geográfica de esas subvenciones de la CAICYT se especifica en la Tabla II.

TII	
Distribución porcentual de subvenciones CAICYT	
Madrid	39 %
Barcelona	27 %
Valencia	15 %
Zaragoza	11 %
Santiago	8 %
	100 %

La situación actual de los grupos de investigación españoles en Física de Partículas permite un desarrollo y un rendimiento óptimos para el próximo futuro. El interés en este campo frontera de la ciencia, con su rápida evolución, implica un esfuerzo continuado y la necesidad de un contacto con los centros de investigación y Universidades de mayor prestigio. La coordinación y garantía establecidos por estos Centros de relieve, como es en Europa el CERN, y el grado de calidad y actualización alcanzado por los grupos españoles, permite pensar en que un desarrollo de este campo en España y las inversiones realizadas en el mismo siempre estarán bien dirigidos.