

# El despegue de la Física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta: un enfoque abarcador

A. Baracca<sup>1</sup>, V. Fajer<sup>2</sup> y B. Henríquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Florencia, Italia

<sup>2</sup>Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear.

<sup>3</sup>CUBAENERGIA.

*El desarrollo de la Física en Cuba en las últimas cuatro décadas constituye un caso de gran interés. El nivel de partida, antes del triunfo de la Revolución, era muy bajo, pero en un tiempo muy corto de aproximadamente 15 años, la educación superior y la investigación científica alcanzaron elevados estándares. El porcentaje de graduados universitarios es actualmente superior al de muchos países desarrollados y el estándar de su nivel profesional es realmente bueno. Este rápido progreso ha sido posible por el esfuerzo del pueblo cubano y el Gobierno Revolucionario, con la ayuda de la Unión Soviética, pero también de varios físicos e instituciones de países occidentales. A mediados del 70, donde nuestra reconstrucción histórica se detiene por el momento, el sistema científico cubano alcanzó una estructura estable y pudo continuar hacia su maduración.*

## 1. Un proceso original

Cuba representa un caso de desarrollo de un sistema científico avanzado en un país subdesarrollado. En el año 1959 no existían en el país actividades que merecieran el nombre de investigación científica en física, pero estas se desarrollaron y alcanzaron un buen nivel en un periodo muy breve, de unos 15 años. Como consecuencia de una clara política del gobierno revolucionario, fundada en el carácter gratuito de la instrucción, el porcentaje de licenciados universitarios entre la población cubana está entre los más altos del mundo. En este proceso el apoyo de la Unión Soviética y los antiguos países socialistas de Europa Oriental fue decisivo (tanto en forma directa, como en la formación de físicos cubanos), pero tampoco se pueden subvalorar las contribuciones de físicos e instituciones de varios países occidentales a la actualización de la enseñanza y al desarrollo de la investigación científica en Cuba. El presente artículo reconstruye las principales etapas de este proceso en las décadas de los 1960 y 1970, en que el sistema científico del país se forjó [Baracca, 1999, y Baracca, 2001]: muchas informaciones proceden de entrevistas con colegas.

## 2. Los antecedentes y la situación hasta la reforma de 1962

Los primeros pasos de la física en Cuba fueron muy lentos [Altshuler, 2001]. A partir de la primera introducción de la enseñanza científica de la Física por el Padre Félix Varela (1787-1853), su desarrollo en la Real Universidad de La Habana (secularizada en 1842) quedó en un nivel esencialmente cualitativo hasta la década de los veinte del siglo pasado cuando, en el contexto de las luchas sociales y estudiantiles contra la dictadura de Machado, la enseñanza de la física en la Universidad de La Habana (UH) fue notablemente modernizada por Manuel F. Gran [Leroy, 1979]. Sin embargo, los estudios quedaron orientados principalmente a la formación de profesores de secundaria, y no proporcionaban ningún conocimiento de Física Moderna, y sobre todo sufrieron de la ausencia de la investigación científica. Marcelo Alonso, el físico cubano más actualizado en los años cincuenta, inició algunas actividades de física nuclear. En 1956 el Consejo Universitario suspendió las actividades en las Universidades frente a la brutalidad de la represión policiaca contra los estudiantes. La matrícula en las tres universidades estatales apenas rebasaba los 15.000 estudiantes; las carreras de humanidades predominaban en detrimento de las científicas.



Universidad de La Habana

La UH reabrió sus puertas en enero de 1959. Se desarrolló un debate muy fuerte sobre la reorganización de la universidad, que llevó a la Reforma Universitaria de 1962, que reconocía el carácter gratuito de la educación y promovía el desarrollo de la actividad de investigación [De Armas, 1984]. Entre 1959-1960 y 1970-1971 la matrícula en las universidades creció en 10 mil estudiantes, mientras que en los siguientes 10 años el crecimiento fue de 155.000 [Ministerio Educación, 1997].

En 1962 se creó la *Academia de Ciencias de Cuba* (ACC), con el propósito de desarrollar la investigación científica en el País.

### 3. Creación y estabilización de la Escuela de Física de la UH (1961-70)

Muy pocos fueron los profesores que se quedaron en Cuba. Alonso introdujo algunas mejoras, pero al ser enviado a finales de 1959 como Asesor Científico por la OEA [Boletín, 1959], se quedó en los EE.UU. En 1961 se creó en la UH la *Escuela de Física* (EF). La carencia de recursos se manifestó como una limitación muy grave [Altshuler, 1997]; en las palabras de su primer director, R. Martí: "... toda la nueva Escuela de Física cabía en la maleta del Director, las condiciones iniciales eran pésimas. No había ni equipos de laboratorio, ni profesores, ni alumnos bien preparados, ni instalaciones e inmuebles adecuados" [Memorando, 1962]. Por falta de docentes se utilizaron alumnos del cuarto año como auxiliares: sin embargo los estudiantes dispusieron de los textos occidentales actualizados que se reproducían en las "Ediciones Revolucionarias" y se entregaban de forma gratuita. Con los pocos recursos disponibles se trató de orientar la carrera "hacia las concepciones modernas de la Física, que son las de investigación y no las de la enseñanza" [Memorando, 1962]. Se crearon talleres y laboratorios. Aunque el esfuerzo para dar a la EF una estructura estable no pudo lograr el resultado esperado hasta el final de la década, se lograron algunos resultados preliminares importantes. Dos factores tuvieron gran importancia en este sentido.

En primer lugar, en 1960 salieron de Cuba los primeros seis becarios para formarse en la Unión Soviética, enviados expresamente por Ernesto "Che" Guevara, salieron para estudiar Ingeniería, pero cambiaron su carrera por Física. En los años siguientes se comenzó a enviar estudiantes por miles cada año a los países socialistas, fundamentalmente a la URSS.

Un segundo factor fue la presencia en la EF de muchos profesores extranjeros, en parte soviéticos, pero también de países "occidentales". A partir del año 1961-1962 muchas asignaturas fueron impartidas por profesores occidentales, de varias nacionalidades (entre otros, Amanda Blanco, Marshall, Bourret, Barouch, Cernagora [Memorando, 1962]). Algunos se quedaron en Cuba un tiempo limitado, impartiendo un curso, otros se quedaron varios años: el francés Monet contribuyó a desarrollar un laboratorio de electrónica [Monet-Descombey, 1963]. En 1962 llegaron la argentina Dina Waisman y el norteamericano Theodore Velfort, quienes hasta 1968 impartieron los cursos de física del estado sólido, organizaron el taller y desarrollaron las primeras actividades de investigación en la producción de componentes semiconductores [Velfort, 1998]. En 1964 la ACC propi-

ció una visita de Velfort y Waisman al Instituto Ioffe de Semiconductores de Leningrado, donde ellos lograron información, bibliografía y el envío de material básico para montar el laboratorio: pero la colaboración no cristalizó por divergencias institucionales entre la UH y la ACC.

Muchos físicos soviéticos dieron importantes aportes sobre todo en la enseñanza. Grishin y su esposa se quedaron varios años organizando las actividades en física nuclear. En los primeros pasos de la investigación en la microelectrónica la contribución de los físicos occidentales fue significativa. Además, en esta fase los lineamientos de estructurar el plan de estudios se conformaron a modelos esencialmente estadounidenses.

La EF de la UH se estructuró inicialmente en *Departamentos de Enseñanza e Investigación* (Física del Estado Sólido, Física General, Física Teórica y Física Nuclear, que recogía los recursos dejados por Alonso). El desarrollo de las actividades de investigación fue una constante preocupación de las autoridades académicas [Altshuler, 1963; Ventura Montes, 1963].

Alrededor de la mitad de los años sesenta la EF sufrió una etapa de crisis: varios profesores abandonaron el País. Un factor decisivo resultó el regreso en el año 1966 de los primeros seis graduados en la URSS, quienes se incorporaron a la EF y, junto con los pocos graduados nacionales en ese momento, constituyeron un cuadro profesional estable y produjeron un cambio cualitativo: no obstante algunas contradicciones (la universidad estaba todavía codirigida en parte por los estudiantes, quienes tenían una visión distinta del sistema soviético), se introdujo un plan de estudios semejante al de la Universidad de Moscú.

Hasta 1968 siguieron visitando la Escuela varios físicos "occidentales". Velfort y Waisman lograron construir el primer diodo de germanio en los laboratorios de la Facultad de Física de la UH [Crespo, 1968]. Entre otros, el físico del estado sólido italiano Andrea Levioldi [Waisman, 1968], de la Universidad de Parma, llegó a La Habana en noviembre de 1968, aunque enfermo de cáncer, con el propósito de establecer una colaboración estable, y aquí falleció un mes más tarde impartiendo un curso [Levioldi, 1968]. Sus colegas de Parma promovieron una "Beca Levioldi", y desde entonces unos veinte físicos cubanos han podido superarse en aquella Universidad y el MASPEC, con una colaboración muy fructífera que todavía continúa. En 1969 se firmó también un acuerdo de colaboración con Orsay.

El 1970 fue un año decisivo para la Física: se graduaron muchos estudiantes en la UH (más la graduación de los primeros 20 físicos en la Universidad de Oriente [Baracca, 2001]), que completaron la base profesoral de la Escuela (logrando que toda la enseñanza se impartiera por graduados) y de otras áreas: Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE), donde se formaban los ingenieros;

Instituto Técnico Militar (ITM); Instituto Superior Pedagógico Enrique J. Varona (ISPEJV), etc. Se logró así una "masa crítica" de físicos de buen nivel, que permitió realmente impulsar las actividades de investigación en varias ramas.

Se abrió un debate muy fuerte sobre el tipo de física que era oportuno desarrollar en la EF, en conexión con las necesidades del País, que desembocó en la elección de la física del estado sólido. En el *Congreso Cultural de La Habana* (enero 1968) participaron varios físicos franceses (J. P. Vigié) e italianos (D. Amati., R. Fieschi, B. Vitale), quienes desaconsejaron la actividad en partículas elementales y sugirieron desarrollar la física del estado sólido. Nació allí la idea de promover las *Escuelas de Verano*, que los físicos franceses e italianos organizaron en los cinco años siguientes, las cuales: cubrían varias disciplinas y tuvieron gran éxito (en 1970 participaron hasta 172 profesores de varios países y más de mil alumnos cubanos [Vida, 1970]; [Universidad, 1972]). Un papel notable jugaron los físicos franceses (C. Weisbuch, J. M. Debever, B. Cocqblin, J. Cernagora, J. Pollard, J.P. Pinceaux, D. Bois, entre otros), los cuales impartieron cursos de física de materiales y dispositivos electrónicos y trajeron aparatos y materiales, lo que tuvo una influencia importante en el desarrollo de la investigación en esta rama en Cuba.

En 1969 un cambio importante en la UH dio impulso a la investigación, suprimiendo la estructura departamental precedente e introduciendo una doble organización, que difería de todas las de Educación Superior en Cuba, de *Grupos de Investigación y Secciones Docentes*. Se fortalecieron también los intercambios con la URSS,; se desarrolló la colaboración con la Universidad de Moscú y el Instituto Ioffe de Leningrado, que antes no había cristalizado. Al comienzo de la década de los setenta se empezaron a defender Maestrías en Cuba (unas 30 en la década) y salieron los primeros físicos a doctorarse en la URSS.

#### 4. La investigación en electrónica y microelectrónica

La actividad en la microelectrónica representó el primer caso de investigación aplicada de alta envergadura, con una fuerte vinculación al proyecto de desarrollar esta producción a nivel industrial y de hacer del País un líder en América Latina y en el mercado del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME). En 1969 se fabricaron diodos y transistores de germanio por aleación. Los especialistas franceses en las Escuelas de Verano introdujeron la tecnología planar en silicio. En 1970 se creó en la EF el *Laboratorio de Tecnología Planar*: las facilidades de trabajo se fabricaron en gran parte en los talleres de la Escuela. En 1969 se creó también en la Escuela de Ingeniería Eléctrica del ISPJAE un *Centro de*

*Investigación en Microelectrónica* (CIME), con un plan de trabajo paralelo al de la EF.

Los resultados fueron relevantes: se fabricaron dispositivos de silicio, hasta mediana integración (transistores MOS canal P y N, circuitos integrados MOS canal P, tetrodos MOS, celdas solares); se realizaron estudios básicos y se publicaron varios trabajos en revistas cubanas (no se planteaba en aquella época la publicación en revistas internacionales), se llegó a construir una planta piloto. En un tiempo muy breve se había logrado un buen nivel internacional, entre los más altos en América Latina, con la sola ayuda de los franceses en los materiales. En los años siguientes se desarrolló también la colaboración con el "Ioffe". Nació el proyecto de realizar una planta de producción de dispositivos, con una tecnología española, pero la fábrica nunca logró funcionar.

Con los sucesivos desarrollos vertiginosos de la microelectrónica de alta integración, los esfuerzos de un país subdesarrollado en esta rama eran destinados a fracasar: pero en la década de los setenta varios países vieron en esta rama la posibilidad de reducir el atraso tecnológico. El despegue de la física en Cuba se destaca por su concepción general y su fuerte programación. Al final de la década se tomó la decisión de concluir esta actividad en la EF, trasladándola al CIME. Los especialistas pasaron a otros centros. La actividad de investigación en la electrónica decayó considerablemente.

#### 5. La física nuclear durante la etapa del IFN al ININ

En 1966 fue creado en la ACC un *Grupo de Energía Nuclear* [Estado, 1976], que coordinó con la URSS la donación de equipos. En 1968 se planteó la necesidad de desarrollar la energía nuclear en Cuba, se definió el objetivo de crear en el país una base técnico científica para desarrollar actividades nucleares, que culminó en la creación en 1969 del *Instituto de Física Nuclear* (IFN) de la ACC, dedicado principalmente a la formación y a la actividad docente [Estado, 1976]: el personal del centro pasó de los 28 trabajadores iniciales a 82 en 1971 y a 113 en 1972, distribuidos en seis Departamentos. Las condiciones iniciales fueron difíciles: se generó un conjunto de cursos de pregrado y postgrado que garantizaron la formación de especialistas. Entre 1971 y 1973 se inició un proyecto de investigación para el análisis de activación neutrónica en metalurgia y otros campos, y la construcción de un reactor subcrítico Uranio-Grafito.

A principio de 1974 el centro pasó a llamarse *Instituto de Investigaciones Nucleares* (ININ); nació también un Grupo de Física Nuclear Teórica. A pesar de planes de colaboración con el Comité Estatal de Energía Atómica de la URSS y con

el Instituto Unido de Investigaciones Nucleares (DUBNA), en 1976 se lamentaban "las serias dificultades que el ININ ha encontrado hasta aquí debido a la carencia de recursos materiales" [Estado, 1976]. El ININ contaba con un servicio de biblioteca especializada y con instalaciones e instrumentos básicos, como un reactor subcrítico, detectores de neutrones y radiación gamma, instalaciones radioquímicas, fuentes de radiación gamma. Todos los instrumentos, detectores y fuentes radioactivas fueron de procedencia soviética (posteriormente se fundó el Buró Especial para la Construcción de Instrumentos Científicos con Producción Adjunta, BECICPA dirigido por José Luis Díaz Morera precedente del ININ).

Las líneas fundamentales de trabajo fueron las siguientes: cálculo de reactores nucleares, diseño de reactores VVER producidos en Europa Oriental (con el Colectivo Internacional de Hungría), programa para la determinación de la eficiencia de centelleantes orgánicos (que fue solicitado por el Oak Ridge National Laboratory para su utilización), radioquímica, electrónica nuclear, espectroscopia Mössbauer, física de neutrones, análisis de minerales, agrofísica nuclear, espectrómetros de neutrones rápidos, medición de fuentes de neutrones, dosimetría para el control individual y a través de dosímetros individuales filmicos y Geiger-Müller.

También en el CNIC se desarrollaron técnicas de análisis nuclear, y se realizaron contadores, discriminadores, instrumentos de prospección petrolera; y en el Laboratorio Radioisotópico Industrial (LRI) técnicas nucleares de análisis y los primeros desarrollos y aplicaciones autóctonos en Cuba de los Instrumentos Nucleónicos. El Instituto Oncológico desarrolló actividades en fuentes de radiación para la terapia del cáncer, dosimetría filmica, sistemas de protección radiológica. En la UO se desarrolló la física nuclear aplicada (Baracca, 2001).

## 6. Las actividades en geofísica, astronomía y meteorología en la ACC

A partir de las primeras actividades en 1962-63 [Historial], se crearon en 1964 el *Departamento de Geofísica* y en 1965 del Instituto de Meteorología y el Departamento de Astronomía en la ACC [Doval, 1991]. En 1965 se realizó el levantamiento Magnético de Cuba. En 1966 se inició el programa de colaboración internacional INTERCOSMOS con la participación de Cuba y una colaboración con el Observatorio de Leningrado. En 1967 se inauguró la estación de Rastreo de Satélites. En 1969 Cuba ingresó en la Unión Astronómica Internacional. En 1970 en colaboración con especialistas soviéticos se instalaron los primeros radiotelescopios, creándose el *Instituto de Astronomía*. Comenzó a estructurarse la red de estaciones meteorológicas en todo el País. En la aplicación de los satélites meteorológicos

Cuba recibió de la URSS una estación rastreadora, participó desde 1964 en el grupo de trabajo permanente de Meteorología Cósmica del citado organismo [Ortiz, 1987]; en 1974 se utilizaron los satélites meteorológicos de la serie NOAA, los cuales permitían obtener una visión de los fenómenos atmosféricos [Ortiz, 1987]. En 1972 el Departamento de Geofísica pasó a ser Instituto [Historial], desarrollando investigaciones sismológicas, de propagación de ondas cortas y de Geofísica Aplicada.

El Instituto de Astronomía dio inicio en 1972 a la astronomía óptica; mediante una colaboración con el Observatorio Astrofísico de Crimen se instaló un radiotelescopio solar. En 1974 se fusionaron los Institutos de Geofísica y de Astronomía de la ACC en el *Instituto de Geofísica y Astronomía* (IGA), con un personal de 130 trabajadores: se desarrollaron investigaciones en estudio del Sol, la magnetosfera y la ionosfera y de la estructura profunda del archipiélago cubano [Historial], la determinación del riesgo sísmico, la elaboración de mapas magnéticos, gravimétricos, etc.

En 1970 la Organización Meteorológica Mundial aprobó una solicitud para la ejecución de un proyecto de extensión y mejoramiento del Servicio Meteorológico en Cuba a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) [Ortiz, 1987]: se establecieron nuevas estaciones de radares, estaciones climatológicas y de agrometeorología, con el asesoramiento de especialistas soviéticos y de los demás países del campo socialista.

## 7. La óptica y la física médica

En la Facultad de Física de la UH también se iniciaron a partir de 1968 algunos trabajos en Óptica (caracterización óptica de semiconductores, análisis espectral, fotoluminiscencia e interferometría, mediciones de impurezas en semiconductores), se comenzó el desarrollo de la optoelectrónica después de 1970 y se realizaron tesis de maestría sobre los primeros diodos emisores de luz.

La cátedra de Física del Instituto Técnico Militar (ITM) dio un significativo aporte al desarrollo de la Óptica en Cuba, construyendo el primer láser de CO<sub>2</sub> diseñado en Cuba, y realizando trabajos de holografía y de comunicaciones ópticas, en moduladores de interrupción y sobre reconocimiento multiespectral.

La creación del Departamento de Óptica y Espectroscopia en la UO después del año 1970, dio un fuerte impulso al desarrollo de técnicas ópticas de medición [Baracca, 2001]: se realizaron investigaciones en espectroscopia en conexión con la industria del níquel con técnicas de emisión y absorción atómica.

A partir de un pequeño grupo de físicos en el Instituto Nacional de Oncología de la Habana a inicios de los años 70,

se desarrollaron por todo el País los servicios de radioterapia y de medicina nuclear. El número de físicos laborando en ambiente clínico se elevó significativamente, ya que el Ministerio de Salud Pública apoyó que en la composición de los módulos básicos de Radioterapia, Medicina Nuclear y Radioprotección se incluyeran plazas de especialistas en Física Médica: a finales de los años 70 trabajaban en los hospitales más de 30 físicos médicos, una cantidad muy superior a la media del resto de los países en desarrollo, sobretodo en el área de Medicina Nuclear.

## 8. EI ININTEF

A partir de un Grupo de Trabajo de Electrónica se creó en 1971 el *Departamento de Electrónica* en la ACC [ININTEF, 1982], y en 1972 nació la idea de en un instituto multidisciplinario que agrupase varios departamentos especializados en líneas de investigación que no hubiesen sido abordadas en otras instituciones. Surgió así en 1975 en la ACC el *Instituto de Investigación Técnica Fundamental* (ININTEF), que fomentó la investigación fundamental, en particular la de tipo orientado o estratégico, para lograr un conocimiento científico amplio capaz de cubrir aquellas áreas fundamentales que podrían quedar descubiertas durante el proceso de realización de ciertas investigaciones aplicadas. Las investigaciones de carácter básico se desarrollaron en la teoría de redes eléctricas, los procesos estocásticos, la transmisión de hologramas por canales de televisión, con mira al mejoramiento de la transmisión de información y las investigaciones especiales, la ultrasónica, la construcción de relojes electrónicos de precisión elevada, la teleobservación de los recursos naturales del País y la energía solar.

La concepción y realización de este instituto reflejaba bien el sentido estratégico con que se entendía desarrollar la investigación, tanto las ciencias aplicadas como las básicas, con vista al desarrollo del País: se había intentado alcanzar una "masa crítica", reforzar el apoyo económico a los distintos colectivos, facilitar el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias, así como la aplicación generalizada de técnicas modernas, como la microelectrónica y el procesamiento de imágenes. La estructura debía ser flexible, algunos departamentos fueron sustituidos o se desarrollaron hasta convertirse en verdaderos institutos de investigación independientes, como sucedió con la fundación en 1982 del *Instituto de Energía Solar* en Santiago de Cuba, creado a partir del ya mencionado Laboratorio de Energía Solar del ININTEF. A pesar de deficiencias, el ININTEF contribuyó a la superación de todo el personal científico y técnico del país. En 1979 surgió en el ININTEF un Grupo de Física Teórica, que en 1983 pasó al IMACC, planteándose como dirección general de investigación la Teoría Cuántica del Campo y la Física Estadística Relativista.

## 9. EI CNIC

En 1965 se creó el *Centro Nacional de Investigaciones Científicas* (CNIC) vinculado con la UH, por resolución Presidencial, para los fines de realizar investigaciones científicas en el campo de las ciencias naturales, biomédicas, tecnológicas y agropecuarias, organizar y desarrollar la formación científica postgraduada en las distintas ramas en que desarrollaba sus actividades, y atender cualquier actividad científica vinculada. Se hizo una considerable inversión inicial en equipos (en 1965 se adquirió el primer microscopio electrónico en el País), se trajeron especialistas del extranjero, principalmente químicos de la RDA, de la URSS, de España y Estados Unidos (en el sector de neurociencias), y se establecieron colaboraciones y convenios internacionales.

Inicialmente las actividades de investigación del CNIC se concretaron en Biología, Medicina, Química y en algunos problemas agrícolas, con la participación de físicos, matemáticos, médicos e ingenieros mecánicos, entre otros. La Física fue principalmente una actividad de apoyo, se trataron técnicas físicas de Radioisótopos, de Rayos X y de Corrosión, de análisis con rayos X, fluorescencia, microscopía electrónica, resonancia magnética nuclear, Mössbauer (esa técnica se desarrolló inicialmente en tres centros, la EF de la UH, el CNIC y el ININ). En 1971 surgió en el CNIC el Departamento de Instrumentación Electrónica (DIE), producto del desarrollo evolutivo del Grupo Técnico de los talleres de Electrónica y de Mecánica de la Institución [Memoria Anuario, 1976/77].

## 10. La metrología en Cuba

El Sistema Métrico Decimal (SMD) se asentó realmente en Cuba con la Revolución (Ley 915 de 1960), a pesar de varios retrasos. En 1963 llegaron los primeros patrones alemanes para la magnitud de masa, y en 1965 de volumen, presión, longitud y ángulo de la RDA y la URSS, con que comenzaron las verificaciones de instrumentos y aparatos del país. En 1965 se inauguró el primer laboratorio de metrología. El regreso de metrologos graduados especialmente en la RDA empezó a ampliar el personal empleado en el sector. En 1967 se reorganizaron y ampliaron las magnitudes, surgieron nuevas instrucciones para las verificaciones y éstas se multiplicaron. Se pasó del Sistema Métrico Decimal al Sistema Internacional de Unidades. En 1968 comenzaron los trabajos para en "censo" nacional de medios de medición, la normalización metroológica comenzó a tomar auge y la actividad metroológica tuvo un gran desarrollo. En 1972 se constituyó el Instituto Cubano de Normalización, Metrología y Control de la Calidad.

## 11. La Física en la Universidad de Oriente

Hemos hecho referencia a varias actividades en Física en la Universidad de Oriente [Baracca, 2001]. En aquella universidad el proceso de gestación de la Escuela de Física se había iniciado en 1967, asesorado por físicos soviéticos integrados por licenciados de la UH, y se concluyó en 1970, con la mencionada graduación de los primeros ingenieros-físicos, que se incorporaron en la Escuela. Con el despegue efectivo de las actividades se definió un perfil de trabajo de Física Aplicada, dentro de los métodos físicos de análisis. Hubo intercambios activos con Leningrado, Dresden y Estocolmo. Los principales temas de investigación fueron Óptica y Espectroscopia, Física Nuclear, Rayos X y Metales.

## 12. Los experimentos en el cosmos

Al final de esta década cabe mencionar los 20 experimentos en el cosmos, realizados con la participación de unos 200 especialistas cubanos y efectuados en el vuelo espacial conjunto soviético-cubano en 1980. Se realizaron experimentos en ciencia de materiales en condiciones de microgravedad, en aquel tiempo novedosos [Alamino, 1987]. El ININTEF participó en 5 experimentos siendo el Instituto coordinador y ejecutor principal de 4 de ellos.

## 13. Asentamiento del sistema científico cubano

En 1974 se organizó en la Universidad de La Habana el Primer Encuentro de Físicos Cubanos, y en 1975 el 4to SLAFES (Simposio Latino Americano de Física del Estado Sólido), que dio por sentado el nivel prominente alcanzado por la física cubana, que se asentaba entre los primeros lugares en América Latina, detrás de México, Brasil y Argentina.

En 1976 el total de graduados en Física ascendía a 429 (337 en la UH, 35 en la UO, 12 en la Universidad Central de Las Villas, 35 en el extranjero, 10 Físico-Matemáticos) [Estado, 1976]. Se habían publicado 141 artículos en revistas nacionales y 59 en revistas internacionales (téngase en cuenta que la publicación de artículos no era una prioridad para los científicos cubanos).

Con la creación del Ministerio de Educación Superior (MES) en 1976 se reorganizó la enseñanza superior en el País. Se crearon más Facultades y Departamentos. La UH se dividió en cinco universidades: el ISPJAE como universidad tecnológica, el ISPEJV como universidad pedagógica, el ISCMH para la medicina y el ISCAH para la agronomía. Se produjeron cambios en los planes de estudios y en la estructura de la enseñanza (empezó un periodo de rigor en la didáctica), y un reordenamiento de las actividades de inves-

tigación, que al comienzo no resultó totalmente positivo y creó varias dificultades. Se promovió una política en favor de los centros menos desarrollados, priorizando el problema docente metodológico y como consecuencia se produjo una afectación en la investigación. Por lo menos en la EF de la UH ya existía una buena organización y el proceso no produjo grandes afectaciones, no así en la UO.

De estas bases surgió el pleno desarrollo de la física cubana en los años ochenta. La solidez de este sistema de investigación –que ha producido hasta hoy más de 2.000 físicos– se ha confirmado en la década de los noventa del siglo pasado, puesto que ha superado una fase económica excepcionalmente difícil, y sigue dando muestra de una excelente vitalidad.

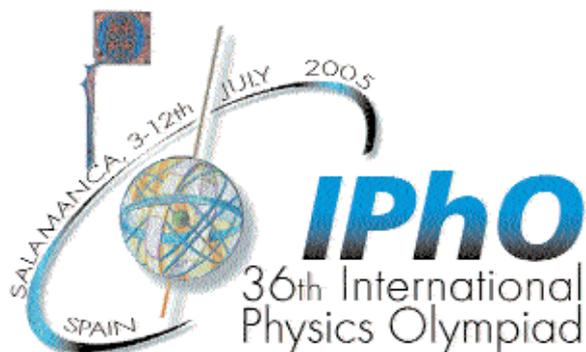
## Agradecimientos

Queremos agradecer a todos los físicos y otras personalidades cubanas y extranjeras que nos han concedido entrevistas, en particular a J. Altshuler y H. Pérez Rojas. A. Baracca desea expresar su agradecimiento a la Facultad de Física de la UH, a sus Decanos y a todos los colegas por la hospitalidad brindada, agradece un apoyo económico parcial de los presupuestos de investigación ex-60 % de la Universidad de Florencia.

## Referencias

- [1] ALAMINO ORTEGA D., RODRÍGUEZ FALCÓN F. L., 1987: "Primeros experimentos cubanos de ciencia de los materiales en el espacio: propósitos y resultados", *Órbita*, 7, pp. 19-23.
- [2] ALTSHULER J., 1963: "La investigación científica: un panorama" (en calidad de Vice-Rector de Investigaciones Científicas y Asuntos Internacionales), Universidad de La Habana.
- [3] ALTSHULER J., 1997: "Visión retrospectiva de un momento de la enseñanza de la física en Cuba", Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria, La Habana, Enero 1997, Vol. 1, pp. 25 - 33.
- [4] ALTSHULER J., BARACCA A., 2001: "The development of university physics in Cuba, 1816-1962", XXI International Congress of History of Science, México, July 8-14, 2001, in press.
- [5] BARACCA A., 1999: "El despegue de la Física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta", *Revista Española de Física*, 13 (4), pp. 6-11.
- [6] BARACCA A., FAJER V. y HENRÍQUEZ B., 2001: "The development of physics in Cuba during the sixties and seventies of the XXth century: an integrated approach. The formation of an advanced scientific system in an underdeveloped country", XXI International Congress of History of Science, México, July 8-14, 2001, in press.
- [7] BARACCA A., MÉNDEZ L., 2001: "Cincuenta años de física en la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba", *Revista Cubana de Física*, 18 (2), pp. 146-154.
- [8] BOLETÍN, 1959: Boletín Oficial Universitario, año 1959.
- [9] BOLETÍN, 1960: Boletín Oficial Universitario, año 1960.
- [10] CASTRO F., 1990: *Energía Nuclear y Desarrollo*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana.

- [11] CRESPO F., VIGIL E., WAISMAN D., 1968: "Sobre los primeros resultados en diodos de Ge obtenidos por aleación", Conferencia Química de Oriente, Santiago de Cuba (febrero).
- [12] DE ARMAS R., TORRES-CUEVAS E., CAIRO BALLESTER A., 1984: Historia de la Universidad de La Habana, t. 2, Ed. de Ciencias Sociales, La Habana.
- [13] DOVAL J. PÉREZ, 1991: Datos Astronómicos para Cuba, ISSN 0864-0645, pp. 29-33.
- [14] ESTADO ACTUAL DE LAS CIENCIAS FÍSICAS EN CUBA, 1976: informe elaborado por H. Pérez Rojas, D. Stolik Novigrod, J. Fuentes Betancourt, C. Rodríguez Castellanos, A. D'Costa Méndez, R. Alvarez Morales, B. Lazo Olazábal, E. García Tarajano, J. González, M. Ramos Vázquez, O. Arias Fuentes; en Las Ciencias Básicas: Examen Preliminar de su Situación Actual en Cuba y a Nivel Mundial, Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, Dirección de Ciencias Exactas y Naturales (Presidente Ing. José Altshuler).
- [15] GÁLVES TAUPIER L. O., 1986: Ciencia Tecnología y Desarrollo, Editorial Científico-Técnica, La Habana, 1986.
- [16] GONZÁLEZ, 1985: Discurso por el XX Aniversario del Instituto de Meteorología, La Habana, 13 p.
- [17] HISTORIAL (SIN FECHA): Instituto de Geofísica y Astronomía: Síntesis del Historial del Centro (documento proporcionado por la Dra. Lourdes Palacios).
- [18] ININTEF, 1982: ININTEF, XV Aniversario, Academia de Ciencias de Cuba.
- [19] LEVALDI A., 1968: Fotoconducción, Notas de Conferencias (inconclusas por el fallecimiento del Autor), Escuela de Física, Universidad de La Habana, noviembre 1968.
- [20] MEMORANDO, 1962: "Informe general sobre la Escuela de Física", Memorando al Rector de la Universidad enviado por el Director de la Escuela de Física, Rubén Martí del Castillo, y el Director del Departamento de Física General y Experimental, Francisco Auchet Jenkins, 14 de diciembre de 1962.
- [21] MEMORIA ANUARIO, 1966-67, Universidad de La Habana.
- [22] MEMORIA ANUARIO, 1973-74, Universidad de La Habana.
- [23] MINISTERIO DE EDUCACIÓN, 1997: Ministerio de Educación Superior de Cuba, Catálogo.
- [24] MONET-DESCOMBEY C., 1963: Plan sobre "Orientación posible del Laboratorio de Electrónica de la Escuela de Física".
- [25] Ortiz H., 1987: "Reseña Histórica de la Meteorología en Cuba", Academia de Ciencias de Cuba, Conferencias y Estudios de Historia y Organización de la Ciencia, N. 53 (ISSN 0864-1463), La Habana, Junio 1987.
- [26] UNIVERSIDAD, 1972: Universidad de La Habana, N. 196-197, 2-3, p. 377.
- [27] Ventura Montes, 1963: Planificación y Tendencias de la Investigación, documento para la Comisión de Investigación, Universidad de La Habana.
- [28] VIDA, 1970: Vida Universitaria, año XXI, N. 222 (sept.-oct.), p. 13.
- [29] Waisman D., 1969: "Andrea Levaldi", Obituario, Vida Universitaria (Universidad de La Habana), No. 215, p. 40.



Ministerio  
de Educación,  
Cultura y Deporte



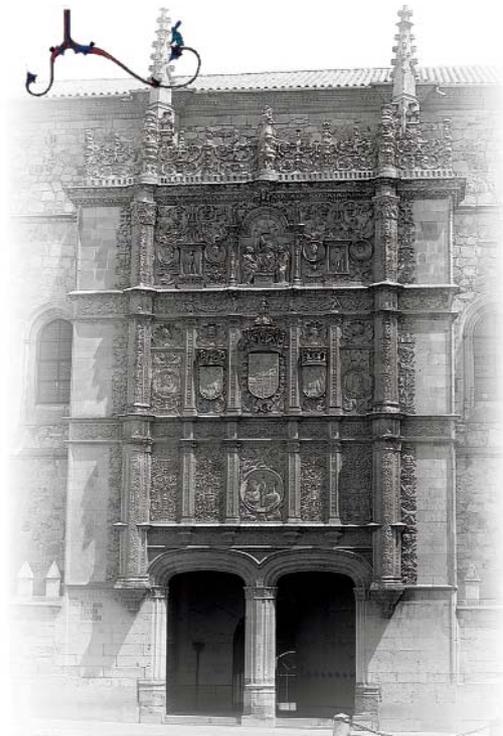
Junta de  
Castilla y León



UNIVERSIDAD DE  
SALAMANCA



Real  
Sociedad  
Española de Física  
R.S.E.F.



SALAMANCA  
Ciudad Dorada  
(Golden City)  
ESPAÑA