

# INTRODUCCIÓN E INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL EN LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA

**J.M. LÓPEZ-CEPERO BORREGO\*, E. PAVÓN GONZÁLEZ\*,  
J.M. CANO PAVÓN\*\***

\* Universidad de Sevilla, \*\* Universidad de Málaga

La evolución de la Física en la Universidad de Sevilla desde fines del XVIII hasta la actualidad es bastante representativa de los avatares que esta actividad ha tenido en muchos lugares de España, lejos del mayor impulso que la enseñanza y la investigación en esta importantísima parcela del conocimiento científico experimentó en Madrid, en gran medida por la estructura excesivamente centralista del sistema científico-docente, a la que se ha unido de forma persistente una importante carencia de medios. En realidad, este estudio, aunque circunscrito por motivos de espacio al ámbito universitario sevillano, puede ser perfectamente comparable a lo ocurrido en otras universidades tradicionales, como Zaragoza, Valencia, Granada, Santiago, etc. Aunque los estudios básicos sobre este tema han sido tratados de forma general en los dos libros publicados hasta la fecha por uno de los autores [CANO PAVÓN, 1987 y 1993], en el presente trabajo se profundiza en el tema, dándose nuevos datos sobre el mismo y unos enfoques más completos.

## **La situación en el último tercio del siglo XVIII y la reforma de Olavide**

En la Universidad de Sevilla existía una cátedra de Física, que tradicionalmente se había movido dentro del ámbito escolástico-aristotélico, en la cual se comentaban obras de Aristóteles (el *De Caelo* y el *De Generatione et Corruptione* principalmente); la enseñanza de la Física experimental era inexistente al comenzar el último tercio del siglo XVIII. Esto contrastaba con la situación de esta materia en otros centros y organismos sevillanos, como el Colegio Seminario de San Telmo [HERRERA, 1958; JIMÉNEZ, 2002] y la Regia Sociedad de Medicina [HERMOSILLA, 1970].

El Colegio Seminario de San Telmo fue fundado en 1681 para formar a los pilotos de la carrera de Indias, así como expertos en maniobra naval y artillería. En él se impartían clases de matemáticas, física, astronomía y materias náuticas; llegó a contar con un pequeño observatorio astronómico. En el primer tercio del siglo XVIII los libros de texto que seguían los alumnos (como el de Cedillo) se movían todavía dentro del ámbito aristotélico-ptolemaico, pero ya a mediados de siglo se seguían las teorías cosmológicas de Tycho Brahe, y a fines del mismo la Física experimental y el sistema cosmológico de Copérnico eran seguidos al parecer sin problemas [CANO PAVÓN, 1993, pp. 43-45].

En la Regia Sociedad de Medicina y demás ciencias, creada en 1700, además de cuestiones médicas y naturalistas, se trataron con frecuencia temas de Física experimental, así como de Química. A lo largo de los años se hicieron diversas experiencias físicas y se dieron numerosas disertaciones para tratar cuestiones de electricidad, óptica, calor, hidráulica y acústica. Se repitieron experimentos de Pascal, Torricelli y Mariotte. En 1785 se adquirió una máquina neumática de Boyle para hacer el vacío y estudiar su efecto sobre los seres vivos. También se disponía de una máquina eléctrica, con la que se hacían demostraciones de electrificación de objetos, observándose los fenómenos de atracción y repulsión electrostáticas; en ocasiones se utilizó esta máquina para tratar con descargas eléctricas cierto tipo de afecciones (hemiplejías, herpes, impotencia sexual, etc).

La reforma de Olavide de la Universidad de Sevilla (1771) perseguía varios objetivos, entre los que destacaban una reforma estructural, separándola del Colegio de Santa María de Jesús (para lo cual se trasladó la Universidad a un edificio independiente, la antigua Casa Profesa de los jesuitas), la reforma de los planes de estudio y la introducción de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias experimentales. Sin embargo, las dificultades económicas resultaron insalvables, dado que los escasos recursos de la Universidad (cuyas rentas provenían principalmente de algunas fincas rústicas que poseía) y la falta de apoyo político de las autoridades locales, unido a la oposición de diversos estamentos, hizo que la mayor parte de las reformas no pudieran llevarse a cabo. En Física se introdujeron nuevos textos que incorporaban las ideas de Newton, pero no se consiguió una reforma en profundidad ni la creación de un imprescindible gabinete.

### **La introducción de la Física experimental: Mármol**

De hecho, la introducción de la Física experimental (y de la Química) en la Universidad de Sevilla, en conjunto bastante inmovilista, se produjo a lo largo de bastantes años, con avances y retrocesos asociados a los avatares políticos y administrativos. Básicamente esta introducción se debió a dos factores:

- 1) La acción de un grupo de profesores universitarios de ideas más progresistas, cuya figura más destacada sería la de Manuel María del Mármol, catedrático en la Facultad de Filosofía.
- 2) Las disposiciones sobre la enseñanza de esta materia contenidas en los planes de estudios promulgados por el Gobierno, entre los que destacan los de 1807 (Caballero), 1821 (Quintana), 1824 (Calomarde) y 1845 (Pidal, que fue el más importante por sus consecuencias prácticas, al crear las secciones de Ciencias dentro de las Facultades de Filosofía). El ciclo de reformas se cerraría en 1857 con el plan Moyano, que creó las Facultades de Ciencias.

De todas formas, la acción de los profesores como Mármol representó sólo un complemento; era tal el bache en que había caído la Universidad de Sevilla en el

primer tercio del siglo XIX (guerra contra los franceses, represiones absolutistas, dificultades económicas, etc) que hubiera sido difícil que sin el apoyo del Gobierno hubiera salido en un tiempo prudencial del mismo.

Las ideas de Mármol (1769-1840), un autodidacta que apenas salió de Andalucía Occidental, están expuestas en los diversos libros que publicó: dos textos de Física (uno de ellos en latín todavía) [MÁRMOL, 1827a y 1836], otro de Lógica [MÁRMOL, 1827b], uno de introducción a la Química [MÁRMOL, 1840], algunos folletos divulgativos y especialmente su conocida obra *Introducción a los buques de vapor...* [MÁRMOL, 1817], que vio la luz en una fecha tan temprana como 1817, en la que expone el fundamento de las máquinas de vapor, coincidiendo con la puesta en marcha del vapor *Real Fernando*, que hacía el trayecto Sevilla-Sanlúcar-Cádiz. Las clases de Física que impartió Mármol en la Universidad siguieron un curso irregular, fluctuando entre los vaivenes administrativos, la escasez de fondos y su mala salud. En 1833 la Dirección General de Estudios estuvo a punto de suprimir los estudios de Medicina en Sevilla porque la Universidad no les exigía a los estudiantes haber cursado Física y Química antes de comenzar las enseñanzas médicas.

### **La aportación de Fernando Santos de Castro**

A Mármol le sucedió el médico Fernando Santos de Castro, que primero como auxiliar y —desde 1846— como catedrático estuvo encargado de la Física durante más de cuarenta años. Santos de Castro no era un profesor muy brillante, aunque procuró estar al día en los nuevos descubrimientos científicos, y publicó una obra de Física que estuvo como libro de texto oficial durante más de veinte años<sup>1</sup>. A pesar de no ser un libro muy actualizado, no deja de ser sorprendente que se mantuviera como obra de texto oficial durante tanto tiempo, en un periodo en el que se produjo un notorio crecimiento en el campo de la Física básica. Las raíces de dicha permanencia podemos buscarlas tanto en la inercia administrativa como en las posibles influencias políticas del autor, persona de talante conservador que fue rector de su Universidad en dos ocasiones (1874-75 y 1884-87). Junto a este hecho cabe señalar que apenas existía competencia para la obra, ya que las alternativas disponibles en la época para un curso elemental de Física de la época eran escasas, salvo el más completo texto traducido de Ganot [GANOT, 1862], siendo prácticamente inexistentes las obras de autores españoles.

El texto de Santos de Castro está dividido en siete partes (que denomina *libros*), dedicados respectivamente a Mecánica Física; Hidrostática e Hidrodinámica; fenómenos capilares y Acústica; estudio del calórico; Electromagnetismo; Óptica; y, por

<sup>1</sup> La inclusión de la obra de Santos de Castro como texto oficial puede verse citada en la *Colección Legislativa de España*, 57 (1852) 149-166; 60 (1853) 97-114; 63 (1854) 162-182; 77 (1858) 252-261; 86 (1861) 254-380, etc, hasta el final de la época isabelina.

último, Meteorología. En su conjunto la obra presenta notables altibajos, según se la considere desde el punto de vista de la divulgación o de una enseñanza más seria. Ya desde el prólogo reconoce el autor haberse enfrascado en la elaboración del libro por *el vacío que existía de una obra didáctica de Física experimental*, y es en este aspecto didáctico en el que pone más ahínco. Así, la obra está muy orientada hacia su papel como libro de texto para un curso de Física, más que como libro de consulta; detalles como la inclusión, como apéndice al segundo tomo, de un conjunto de *definiciones exactas, claras y concisas* —con el objetivo de ayudar a los alumnos a aclarar ideas ante un examen—, o la anotación al margen de los diversos conceptos y aparatos que van describiéndose, dan fe de ello. En la redacción del texto se prefieren los ejemplos concretos y tangibles, apareciendo descritos buena cantidad de aparatos y experiencias que demuestran los conceptos físicos que se explican; en este sentido, otra prueba de la preocupación del autor es que, ante *la dificultad de lograr en nuestro país láminas tan perfectas como las que se encuentran en muchas obras extranjeras*, Santos de Castro recurre a incluir las de un tratado francés, que puede identificarse en dichas láminas como la *Physique* de Soubeiran [SOUBEIRAN, 1842]. Sin embargo, desde el punto de vista de los contenidos el libro es bastante pobre para la época, estando, como ya se señaló, desfasado en muchos aspectos. En la Mecánica, que es la materia más interesante para este estudio, este hecho queda claramente de relieve: no hay referencia alguna a los avances en Mecánica Analítica; los problemas de Mecánica se afrontan desde una perspectiva completamente práctica, particularizando para multitud de máquinas específicas sin prestarle una excesiva atención al problema teórico de base, y uno de los capítulos a priori de mayor interés, el correspondiente a las máquinas de vapor, es claramente insuficiente. El estudio del calórico es medianamente aceptable, lo que no ocurre con el Electromagnetismo, en el que apenas se hace referencia al uso de corrientes eléctricas, o con la Óptica, donde la descripción es fundamentalmente cualitativa, sin introducir las relaciones básicas que ligan los elementos ópticos de un sistema más que en contadas ocasiones. Guiado probablemente por el esfuerzo de simplificar la materia para sus estudiantes, Santos de Castro rehuye en lo posible los enunciados matemáticos y las demostraciones formales, recurriendo muchas veces a argumentos de tipo persuasivo (o *demostraciones mediante el raciocinio*, como en alguna ocasión se las llama) antes que al estudio riguroso como medio para justificar las teorías que expone. Aunque podrían defenderse estas omisiones dado el carácter elemental de la obra, lo cierto es que ésta se queda bastante corta en muchos aspectos.

Santos de Castro fue el creador del gabinete de Física de la Universidad, que no llegó a estar nunca suficientemente dotado (en los años cincuenta tenía un nivel parecido al de los institutos provinciales, como el de Jaén), aunque recibió un apreciable impulso durante los años del sexenio, cuando el influyente Antonio Machado Núñez ocupó el rectorado. En el periodo 1851-1866, de hecho, la enseñanza más completa de Física fundamental y aplicada era la que se impartía en las aulas de la Escuela Industrial (situada a 300 metros de la Universidad). El gabinete de Física de

la Escuela llegó a contar con medios apreciables [CANO PAVÓN, 1996]. Precisamente en dicha Escuela se hicieron las primeras experiencias públicas de iluminación por luz eléctrica en la ciudad, iluminación que se hacía con corriente continua usando baterías, lo que aconteció en la década de 1860.

La labor de Santos de Castro, aunque modesta en el terreno científico, contribuyó a consolidar la enseñanza de la Física en las aulas universitarias, a pesar de que durante muchos años sólo se impartieran los cursos preparatorios (con la excepción de los años del Sexenio, en que la Diputación provincial financió la ampliación de las clases). A partir de 1910 comenzaron a impartirse los estudios de la Licenciatura en Química, con lo que las clases de Física se incrementaron, aunque siguió siendo una asignatura de servicio, básica en la formación de los químicos, pero que no tenía entidad por sí misma. No sería hasta la creación de la sección de Físicas en 1963 cuando el cultivo de esta materia recibiría un importante impulso.

### **La consolidación de las enseñanzas: Manjarrés y Abaurrea**

Tras Santos de Castro coexistieron durante algunos años en la Facultad de Ciencias sevillanas dos catedráticos: Ramón de Manjarrés (antiguo director de las escuelas industriales de Sevilla y Barcelona), que sería jubilado en 1900, y el más joven Luis Abaurrea Cuadrado. Manjarrés (1828-1917), ingeniero industrial, fue una figura polifacética, autor de diversos textos de Química Agrícola [CANO, 1993, pp. 110-111] y a su vez impulsor de la introducción del uso industrial y urbano de la electricidad en España durante su larga estancia como catedrático en la Escuela Industrial de Barcelona [BARCA, 1995], para la cual adquirió una de las primeras máquinas magnetoeléctricas construidas por Z. Gramme, tras visitar la Exposición Internacional de Viena de 1873. También intervino en las primeras experiencias que se hicieron en Sevilla con la radiotelegrafía. Por su parte, Luís Abaurrea fue autor de un texto sobre Termodinámica [ABAURREA, 1892] y en los primeros años del siglo XX repitió, en colaboración con el catedrático de Química, Federico Relimpio, diversas experiencias de los Curie sobre fenómenos radiactivos, usando radio [RELIMPIO, 1905]. Abaurrea, que no se dedicó a la investigación, se jubilaría en 1939. Por aquella época se habilitó una pequeña estación meteorológica, situada en el edificio de la Universidad y dependiente de la cátedra de Física.

En el terreno administrativo, la Facultad de Ciencias de Sevilla fue hasta 1910 una Facultad incompleta, en la que se impartían exclusivamente las enseñanzas correspondientes a los cursos preparatorios (entre las cuales estaban las de Física General) para aquellos alumnos que iban a seguir estudios en otras facultades. Incluso fue suprimida por recortes presupuestarios entre 1892 y 1895 [CANO, 1987, pp. 68-69], suprimiéndose algunas cátedras y agregándose las restantes a la Facultad de Medicina. Luego, en 1910, dentro del movimiento regeneracionista que impregnó a la Administración, se creó la sección de Químicas [CANO, 1987, pp. 71-73], que contemplaba obviamente un incremento en la enseñanza de la Física, imprescindible para la formación de los licenciados en Química. Esta ampliación no se

trajo en la creación de una segunda cátedra, aunque los medios disponibles en el laboratorio de Física se fueron incrementando apreciablemente gracias al incremento de las subvenciones y a la mejora de los presupuestos que trajo consigo la nueva sección.

En junio de 1928 se reformaron los planes de estudio de Ciencias, y se estableció en la Facultad sevillana la sección de Físico-Química<sup>2</sup>, que debía coexistir con la de Química creada en 1910. Los estudios de Físico-Química, en cuatro cursos, constituían en sí una carrera mixta de Física y de Química, en la que había tres asignaturas de Física (denominadas como Física 1º, Física 2º y Física 3º), más otra asignatura de Mecánica, además de tres asignaturas de Matemáticas, dos de Química Inorgánica, dos de Química Orgánica, una de Química Analítica, otra de Química Teórica y otra de Electroquímica. Eran unos estudios más orientados hacia aquellas personas que posteriormente iban a dedicarse a la enseñanza media, en la que las cátedras abarcaban conjuntamente la Física y la Química. La Facultad sevillana comenzó a impartir estas enseñanzas, pero la falta de una segunda cátedra de Física, las limitaciones del edificio y la escasez presupuestaria hicieron que en septiembre de 1933 se decidiera suprimir esta sección<sup>3</sup>, dándole facilidades a los alumnos de ella para poder pasar a continuar los estudios de la sección de Química. Quizás faltó voluntad y decisión para continuar con estas enseñanzas, que tardarían treinta años en volver a impartirse, ya que la guerra civil y la postguerra hicieron difícil un aumento sustancial de la plantilla de profesores.

### **Luís Brú y los comienzos de la investigación en Física**

Quizás el impulso mayor a la Física en la Universidad sevillana deba ser atribuido a Luís Brú Vilaseca, que llegó hacia 1942 para ocupar la única cátedra existente, en la que permaneció hasta 1955, año en que se trasladó a Madrid. La labor de Brú en estos años fue bastante intensa; tras unos primeros trabajos sobre el comportamiento de electrolitos en disolución, abordó con sus colaboradores diversas cuestiones de Óptica (principalmente estudios sobre difracción de la luz) y Cristalografía (estructura del rutilo, empleo de diagramas de Patterson para estudios de estructuras cristalinas). Aparte de estas actividades científicas, lo más destacable es la constitución de un grupo que comenzó a trabajar en estudios cristalográficos mediante rayos X, grupo que se iría diversificando con los años y del que surgirían los diferentes equipos que actualmente estudian los aspectos físicos de nuevos materiales y que constituirían una parte importante del actual Instituto de Materiales de la Universidad de Sevilla, subvencionado en parte por el CSIC.

<sup>2</sup>Junta de 30 de junio de 1928, libro 2º de actas de Juntas de Facultad, Archivo de la Facultad de Ciencias de Sevilla (AFCS).

<sup>3</sup>Junta de 28 de septiembre de 1933, libro 2º de actas...(AFCS).

Los discípulos de Brú fueron numerosos; aunque la mayoría de ellos había cursado la licenciatura en Químicas (única existente en la Facultad de Ciencias hasta 1963, como se ha indicado), terminaron dedicándose a la docencia e investigación en Física. La lista es numerosa: Manuel Pérez Rodríguez (que le sucedería en la cátedra), Rafael Márquez Delgado (que ocuparía la cátedra que quedó vacante tras el repentino fallecimiento de Pérez Rodríguez en 1968), Vicente Hernández Montis, Pedro Muñoz González, Mercedes Cubero, Amparo López Castro, etc.

### **Creación y evolución posterior de la sección de Física**

A comienzos de los años sesenta había ya en Sevilla dos catedráticos de Física: el ya citado Manuel Pérez Rodríguez y Vicente Gandía Gomar. A partir de ellos se estableció la sección de Física, iniciándose los estudios de la Licenciatura, cuya primera promoción terminó sus estudios en 1967. La nueva sección exigió que se dotaran nuevas cátedras, como la de Electricidad y Magnetismo, que ocupó en 1963 el profesor Civit Breu, y unos años más tarde las de Mecánica Estadística, ocupada por Juan de la Rubia, y de Física Nuclear, por Gonzalo Madurga.

Vicente Gandía fue el creador de otro grupo importante, que posteriormente se extendería a otros centros universitarios. Los miembros más destacados de este grupo fueron: Manuel Puigcevert (posteriormente catedrático de Física del Aire en la Universidad de Barcelona), Manuel Zamora Carranza, José Casas Vázquez (luego catedrático en la Universidad Autónoma de Barcelona), Vicente Pérez Villar (que ocuparía una cátedra en la Universidad de Valladolid), Valeriano Ruiz Hernández y Jaime del Cerro. Los primeros trabajos del grupo de Gandía fueron estudios sobre temas de radioactividad (espectrometría gamma, cromatografía de radioisótopos, etc). A continuación abordaron temas relacionados con microcalorimetría.

También se constituyó un importante equipo alrededor del profesor Civit Breu, que trabajó desde sus comienzos en temas electrónicos (dispositivos para el cálculo analógico, grabación sobre cintas magnéticas, etc) para irse diversificando posteriormente. Sus primeros colaboradores fueron Bernardo García Olmedo, Salvador Bracho, Guillermo Rodríguez Izquierdo, José Luís Huertas Díaz y Manuel Horno. Los tres primeros ocuparían cátedras en otras universidades años más tarde. Huertas Díaz permanecería en Sevilla y crearía a su vez un importante grupo de investigación, que sería la base el Instituto de Microelectrónica, constituido hace pocos años.

En una sucinta exposición, las investigaciones realizadas en la Facultad de Física en los años **setenta y ochenta** pueden esquematizarse de la siguiente manera:

*Física del estado sólido:* Continuó la labor iniciada por Luis Brú, estudiando estructuras cristalinas, especialmente de compuestos organoselénicos y de hidratos de carbono. En los años ochenta se produjo una modificación de las investigaciones,

diversificándose las líneas de investigación: propiedades de óxidos metálicos, estabilidad térmica de vidrios metálicos y de películas delgadas, etc.

*Terminología y temas afines:* Al marchar Vicente Gandía a Barcelona, ocupó su cátedra su discípulo Manuel Zamora. Se han realizado investigaciones sobre el calor involucrado en los procesos de cambio iónico, conductividad térmica de materiales plásticos, flujos de calor, medidas calorimétricas de sustancias sometidas a la acción de un campo eléctrico, adsorción y reacciones en superficie. En la Escuela de Ingeniería Industrial, uno de los discípulos de Gandía, Valeriano Ruiz, ha realizado diversos trabajos sobre aprovechamiento de la energía solar.

*Mecánica estadística:* En los años setenta el grupo dirigido por Juan de la Rubia trabajó en procesos colisionales y en ciertos tipos de fluidos; tras la marcha del director a Madrid le sustituyó en la cátedra su discípulo Javier Brey, cuyo grupo se dedicó preferentemente al estudio del movimiento browniano, dinámica de sistemas densos y ecuación de Percus-Yevick.

*Física nuclear:* Se trabajó inicialmente en la reflexión elástica de partículas alfa, reflexión elástica de metales pesados y modificación de la energía interna de los núcleos atómicos por efecto de otros núcleos. Con posterioridad abordaron la medida experimental de radiaciones alfa y beta de diversos isótopos (como el tecnecio 99), aplicándolo al análisis de aguas fluviales. En alguna de estas cuestiones se ha colaborado con el laboratorio de Física nuclear de la Universidad de Oxford.

*Electricidad y Electrónica:* El grupo creado por Civit desde mediados de los años sesenta se ha expandido de forma importante, trabajando preferentemente en el campo electrónico. Algunos de sus colaboradores, como se indicó con anterioridad, han permanecido en Sevilla. Las investigaciones se han centrado en el diseño de nuevos osciladores, desarrollo de redes no lineales, desarrollo de circuitos que operen dentro de la banda de microondas, etc.

*Otras materias:* No es fácilmente clasificable la labor desarrollada por Vicente Hernández Montis, que trabajó en una amplia variedad de temas: estudios atmosféricos, medida de velocidades de proyectiles, etc.

Por otra parte, en las diversas escuelas técnicas de la Universidad de Sevilla se ha llevado a cabo en este periodo un conjunto amplio y variado de investigaciones, de carácter aplicado, a medio camino entre la Física y la Ingeniería. Así, hay grupos que han investigado en automática, dinámica de sistemas, estudios de estructuras, ventilación de edificios, gestión informática, etc.

### **La evolución de las investigaciones en los últimos años: estudio bibliométrico**

Para la localización de los artículos se ha utilizado la base de datos SCI (Science Citation Index), buscando aquellos que contengan los vocablos Univ-Sevilla y

Univ-Seville. Una vez realizada esta primera división, se procedió a buscar aquellos artículos directamente relacionados con la Física, para lo cual se utilizaron fundamentalmente programas caseros. El proceso se estructuró como sigue:

En primer lugar se introdujo cada reseña en un fichero, lo que permitía estudiarlos con mayor facilidad; en segundo lugar, se seleccionaron los artículos que correspondían a temas de Física utilizando palabras clave directamente relacionadas con el tema. En tercer lugar, se clasificaron según la temática y por último según el año —comprendido entre 1990 y 2000— en los que fueron publicados en las diferentes revistas.

Para finalizar, se realizó una búsqueda en el SCI del número de artículos que la Universidad de Sevilla publicó en dichos años. Estos datos han sido utilizados para comparar la evolución editorial que los investigadores en Física han tenido en relación con el resto de los centros universitarios sevillanos.

A continuación se presenta la denominación de los diversos epígrafes en los que fueron clasificados los artículos, junto a una descripción del contenido correspondiente:

- *FAMN*: Física Atómica, Molecular y Nuclear. Cubre aspectos de Física Cuántica, parte de Dinámica Molecular, Radioactividad, Espectroscopía y temas afines. Teniendo en cuenta que en este campo es frecuentemente difícil separar las diversas posibilidades para un artículo sin recurrir a una subdivisión demasiado exhaustiva del mismo en subcategorías (Mecánica Cuántica Teórica, Física Molecular, Física Atómica, Física Nuclear, Espectroscopía Nuclear...), este epígrafe ha de ser forzosamente muy amplio y, consecuentemente, es el que más artículos tiene. Aquellos directamente relacionados con simulación por ordenador se han englobado en la sección de Física Estadística.
- *Física Estadística*: Estudios de Física Estadística en toda su variedad, desde resultados teóricos hasta simulaciones (ecuaciones de Poisson-Boltzmann, colectivo canónico, microcanónico y de Gibbs, movimiento browniano, estudios sobre cristal líquido, modelos teóricos sobre cambios de fase...).
- *PMS*: Propiedades Mecánicas de Sólidos. Estudios de tensiones, deformaciones, fluencia, medida de las propiedades mecánicas, fricción, soldaduras, resistencia de estructuras, en general aquello en lo que prima el estudio de las propiedades macroscópicas de carácter mecánico.
- *Termodinámica*: Estudios de Termodinámica y Calorimetría. Análisis teóricos y prácticos de métodos calorimétricos diversos (CRTA y técnicas similares), determinación de coeficientes termodinámicos, estudio de transiciones de fase, etc.

- *Electromagnetismo*: microondas guiadas, estudio de coeficientes eléctricos y magnéticos de materiales. Algunos artículos sobre "jets" guiados por electricidad. Hay un importante grupo de trabajo que se ocupa de estudiar los efectos de campos electromagnéticos en líquidos conductores o dieléctricos, aunque cabe reseñar que buena parte de los trabajos de dicho grupo se engloban en el apartado de Fluidos.
- *Cristalografía*: abarca aquellos trabajos que versan sobre cristalografía y estudios estructurales de materiales.
- *Fluidos y plasmas*: artículos de carácter teórico o práctico acerca de fluidos en movimiento o plasmas.
- *Electrónica*: artículos sobre electrónica, así como aquellos que versan sobre el control automático de recursos. No se han incluido aquellos artículos que claramente no tienen relación con la Física, como por ejemplo los que tratan sobre algoritmos.
- *Complejidad*: artículos sobre caos y bifurcaciones, autoorganización (autómatas celulares), inestabilidad, ecuaciones que exhiben un comportamiento claramente caótico y temas afines (normalmente mediante modelos teóricos y simulaciones informáticas).
- *Medio ambiente*: fundamentalmente estudios sobre el nivel de radioactividad en la atmósfera y en ríos.
- *Física Matemática*: aquí entran aquellos resultados de corte fuertemente teórico o matemático. Asimismo, se han incluido aquellos artículos de matemáticas orientados al desarrollo de un método para resolver un problema físico; en particular, aquellos que se ocupan de las soluciones de ecuaciones diferenciales que tienen una aplicación directa en sistemas físicos.
- *Astrofísica*: temas relacionados con la Astronomía, la Astrofísica, la Cosmología o la Física Relativista.
- *Arqueología*: determinación de características de muestras arqueológicas. Generalmente espectrometría y microscopía de muestras antiguas (arcilla y oros tartésicos o bronce, por ejemplo)
- *Acústica y vibraciones*: estudios sobre la vibración (a frecuencias sonoras) en medios materiales.
- *Óptica*: determinación de características ópticas, estudios teóricos sobre óptica.
- *Balística*: finalmente un artículo que versa sobre las trazas que dejan al disparar varios tipos de arma.

En algunas ocasiones resulta difícil determinar si un artículo determinado pertenece primordialmente al rango del estudio, especialmente en aquellos que se encuentran en la frontera entre la Física y la Química. Para el estudio se han incluido aquellos artículos que se refieren a medidas de tipo mecánico o cristalográfico, así como los relativos al análisis térmico de compuestos debido principalmente al inte-

rés en sus propiedades físicas. Aquellos artículos de Química que traten de otros temas han sido descartados.

Los resultados se encuentran en la Figura 1:

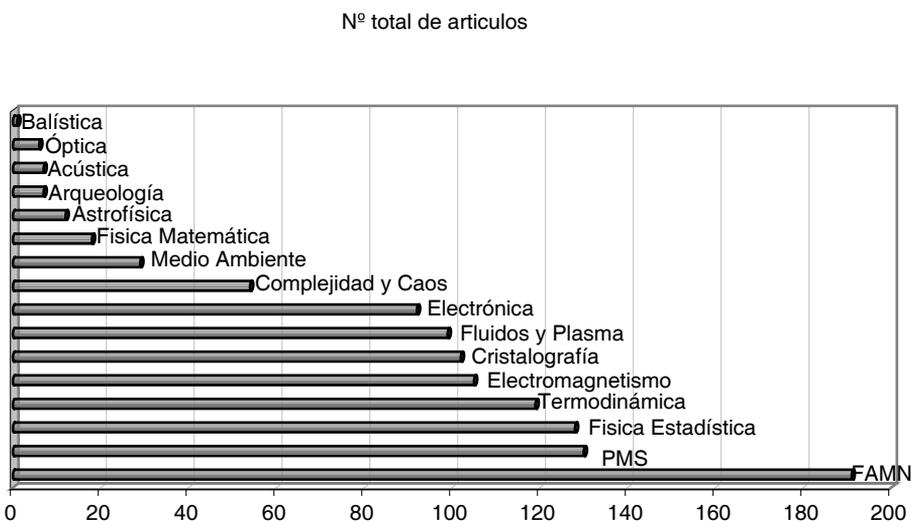


Figura 1: Artículos publicados en la Universidad de Sevilla según su temática (fuente: SCI)

Llama la atención el aparente dominio del área de Física Atómica, Molecular y Nuclear de la Facultad, ya que a la misma pertenecen dos de las tres primeras posiciones; sin embargo, hay que tener en cuenta que esto se debe, por ejemplo, a la abundancia de estudios espectrográficos. En cuanto a la Cristalografía, hay que reseñar que un elevado porcentaje de artículos de contenido cristalográfico fueron descartados porque se encontraban más cerca de la Química que de la Física (muchos se centraban básicamente en la síntesis de un nuevo compuesto, aunque ofrecían su caracterización estructural y a veces un estudio térmico). Razonamientos similares se aplican a Medio Ambiente, donde se han preferido los artículos en los que se trata la determinación de isótopos radioactivos. Además, hay que tener en cuenta que buena parte de los estudios de fluidos y plasmas podrían encuadrarse en el epígrafe de Electromagnetismo —ya que se centran en la dinámica de fluidos cargados en el seno de campos electromagnéticos—. Por otro lado, como se puede ver hay algunos campos que no son tocados prácticamente por nadie en la Universidad, tal y como la Óptica (aunque sin embargo hay tradición docente), la Acústica o la Astrofísica.

En un segundo estudio se clasifican los artículos anteriores según el año en el que fueron publicados, así como el número de artículos por unidad de conocimiento publicados según el año. Con estos datos se han construido tres gráficas, la primera (Figura 2) en la que se pone de manifiesto el número de artículos de Física que se

publicaron en esos años; la segunda (Figura 3), el porcentaje que representan frente al número total que se publicaron en la Universidad de Sevilla durante estos años (1990-2000); y en la última (Figura 4), el número de artículos desglosados por temática y años.

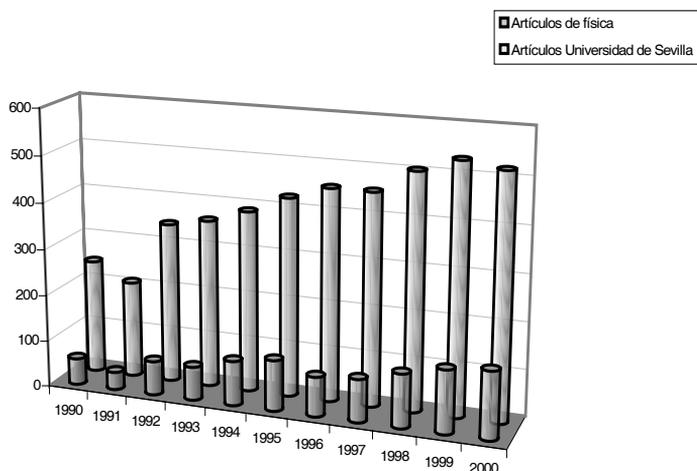


Figura 2: Comparación de artículos publicados sobre Física con el conjunto total de artículos científicos en la Universidad de Sevilla (fuente: SCI)



Figura 3: Porcentajes de artículos de Física sobre el total de artículos científicos de la Universidad de Sevilla (fuente: SCI)

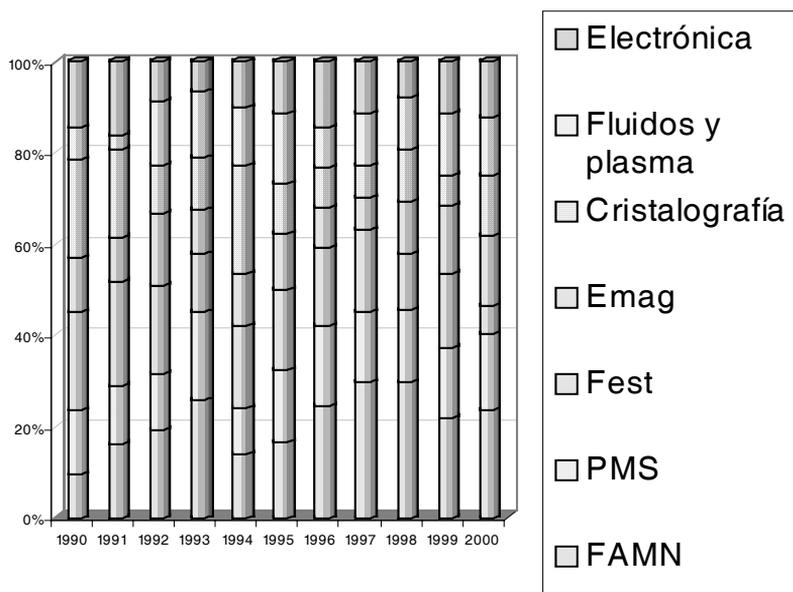


Figura 4: Evolución de la temática de los artículos científicos entre 1990 y 2000 (fuente SCI)

En general la tendencia es de crecimiento hasta mediados de los 90 y de estabilidad en los últimos años. Se puede observar como entre 1993 y 1994 hay un mínimo muy acusado de cada área, y que la mayor contribución al importante descenso del número de artículos de 1996 la tiene el área de Termodinámica, que ha tardado en recuperarse.

### Bibliografía

- ABAURREA, L. (1892) *Principios fundamentales de termodinámica*, Sevilla, Imp. Gironés y Orduña.
- BARCA SALOM, F.X. y LUSA MONFORTE, G. (1995) "Ramón de Manjarrés i de Bofarull". En: Camarasa, J.M. y Roca Rosell, A. *Ciencia i Tècnica als països catalans: una aproximació biogràfica*, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca.
- CANO PAVÓN, J.M. (1987) *La ciencia experimental y la Universidad de Sevilla*, Sevilla, Universidad.
- (1993) *La Ciencia en Sevilla (siglos XVI-XX)*, Sevilla, Universidad.
- (1996) *La Escuela Industrial Sevillana (1850-1866). Historia de una experiencia frustrada*, Sevilla, Universidad.
- GANOT, A. (1862) *Tratado elemental de Física experimental y aplicada y de Meteorología*, Madrid, Carlos Bailly-Baillière.

- HERMOSILLA MOLINA, A. (1970) *Cien años de Medicina sevillana*, Sevilla, Diputación provincial.
- HERRERA GARCÍA, A. (1958) "Estudio histórico sobre el Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla", *Archivo Hispalense*, 88, 234-266.
- JIMÉNEZ JIMÉNEZ, E.M. (2002) *El Real Colegio Seminario de San Telmo de Sevilla (1681-1808)*, Sevilla, Universidad.
- MÁRMOL, M.M. del (1817) *Idea de los barcos de vapor o descripción de su máquina, relación de sus progresos e indicación de sus ventajas*, Sevilla, Imp. F. Sales del Castillo.
- (1827a) *De Re Physica: necessarios notiones. Pars I: Physicam generalem complectens quas indicabat dialogisque digerebat*.
- (1827b) *Logicae succus extractus dialogisque effusus*, Sevilla, Imp. J. Hidalgo.
- (1836) *Ideas elementales de Física General*, Sevilla, Imp. J. Hidalgo.
- (1840) *Apuntes o indicación de los mas generales y precisos conocimientos de Química hecha para auxiliar en los exámenes a sus discípulos*, Sevilla, Imp. del Sevillano, 1840.
- RELIMPIO ORTEGA, F. (1905) *La Radioactividad. Discurso leído en la solemne apertura del curso de 1905 a 1906 ante el claustro de la Universidad de Sevilla*, Sevilla, Papelería Sevillana.
- SANTOS DE CASTRO, F. (1847) *Curso elemental completo de Física experimental*, Sevilla, Imp. de F. Álvarez y Cía.
- SOUBEIRAN, E. (1842) *Precis élémentaire de Physique ou traité facile*, París, Renouard.