

## **CAPÍTULO IV:**

### **EL CAMPO DE LA FÍSICA EN LA ARGENTINA.**

#### **4.1 Conformación histórica del campo de la Física en la Argentina**

La Física ha estado relacionada a los avances de la humanidad pero, desde el siglo XVII, la Física moderna estrechó este vínculo constituyéndose en un soporte del conjunto socioeconómico.

La Física se ocupa de estudiar problemas que abarcan desde las escalas cosmológicas hasta el dominio de la intimidad de la materia. La modelización de la realidad es una actividad especulativa que ha resultado en aplicaciones prácticas que no sólo contribuyeron a generar mayor conocimiento de la misma sino que han generado mejoras en la calidad de vida.

Esta disciplina explora los aspectos fundamentales de la naturaleza desde las escalas más pequeñas hasta la cósmica, pero también se ocupa de un amplio espectro de cuestiones básicas relacionadas con el comportamiento de materiales para lo cual son sometidos a temperaturas y presiones extremas, explora materiales nuevos, trabaja con gases atómicos y estudia las moléculas y las colisiones entre ellas y con superficies.

Se interesa en encontrar nuevas generalidades en sistemas complejos, por ejemplo, la biofísica y contribuye a la comprensión de la naturaleza a fin de crear nuevos aparatos y aplicaciones, como las imágenes por resonancia magnética. También explora la Tierra en la geofísica, la atmósfera en la física atmosférica y, el cosmos tanto en la astrofísica como en la cosmología.

En la Argentina los orígenes de esta disciplina se remontan al período colonial (siglos XVI a XVIII). Si bien la etapa correspondiente al Virreinato del Río de la Plata prácticamente carece de actividad científica, pueden señalarse acciones embrionarias vinculadas a la recolección de datos portadores de un interés directamente referido a las ciencias naturales y a la etnografía. Estas actividades fueron realizadas por viajeros y misioneros cuya preocupación social lejos estaba de la difusión y de la enseñanza de la ciencia en la colonia.

En el texto “Historia de la ciencia en la Argentina” José Barbini (1963,1986), señala a la Escuela de Náutica como la primera institución dedicada a estudios de carácter científico. Dicha institución fue organizada en el año 1799 por Manuel Belgrano, cuando éste se desempeñaba como Secretario del Consulado, y lo hizo sobre la estructura de lo que el año anterior se había creado como Escuela de Geometría, Arquitectura, Perspectiva y Dibujo.

En un programa correspondiente a la Escuela de Náutica y fechado en el año 1802, se expresa la importancia de la enseñanza de las ciencias físico – matemáticas para la formación de pilotos, militares y profesores. Pese a lo anterior, en 1806, la Corona cerró la mencionada Escuela por considerar que sus enseñanzas constituían un lujo.

Una continuidad en el esfuerzo desplegado lo realiza Carlos O’Donell, profesor de esta institución, quien llevó la cátedra a Córdoba a pedido del Deán Funes. Babini sostiene que tal acción se corresponde más con un reflejo de las exigencias militares y políticas de la época que con la identificación de la necesidad de generar un desarrollo local del saber científico.

En esta etapa colonial, las actividades relativas a la ciencia, remiten a recolección de datos en el actual territorio argentino pues “se trata de un saber que emigra: es Europa que hace ciencia con el material argentino, no ciencia argentina” (Babini, J.; 1986: 66).

Una vez producida la Independencia (1816), en los Colegios de la Unión del Sud de 1817 -antes Colegio San Carlos- de Buenos Aires y en el Colegio de la Santísima Trinidad, fundado en el mismo año por José de San Martín en Mendoza. La actuación de Juan Crisóstomo Lafinur (San Luis, 1797 – 1824) desarrollada en la primera institución entre 1819 y 1820 y en la segunda entre 1821 y 1822, comienza a liberar la enseñanza de la física de un encuadre propio del período escolástico dando paso para que, más adelante, pueda ingresarse a un período experimental. Lafinur había concurrido a la Academia de Matemática que Belgrano fundó en Tucumán en 1816. El plan de esta Academia comprendía cursos de matemática, de mecánica y de geografía.

La Universidad de Buenos Aires, fundada el 12 de agosto de 1821, fue incorporando a su estructura los cursos iniciados en otras instituciones tales como el Instituto Médico, las cátedras del Colegio de la Unión, la Academia de Jurisprudencia, como así también la enseñanza primaria. Así, al momento de su fundación contó con seis departamentos: primeras letras; estudios preparatorios; medicina; jurisprudencia; ciencias sagradas; y ciencias exactas.

Tanto este último como el departamento de estudios preparatorios incluían cátedras de ciencias físico-matemáticas. Dado que el plan del departamento de ciencias exactas se redujo a la enseñanza de geometría y dibujo, la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas quedó por largo tiempo en el departamento de estudios preparatorios a cargo de Avelino Díaz, discípulo de José Lanz, mexicano formado en Europa y del español Felipe Senillosa.

A partir de 1827, Avelino Díaz, ocupó la cátedra de Geometría en el departamento de Ciencias Exactas desde donde desplegó comenzó a introducir lecciones de física experimental “... más de nombre que de hecho, pues el curso se dictó sin el auxilio de los instrumentos” (Babini, J.; 1986: 93).

Dos años más tarde se concretaría el dictado del primer curso de física experimental en la Universidad de Buenos Aires. En 1823 el gobierno

encarga en Francia la compra de un laboratorio de química y un gabinete de física los que se establecen en lo que fuera el convento de Santo Domingo (Mantegari, 2002).

En 1927 llega a Buenos Aires, trayendo una segunda remesa de aparatos para el gabinete de física, el médico italiano Pedro Carta Molina. Este médico, convocado por Rivadavia, inaugura a mediados de ese año la cátedra de física experimental, la cual no llega a dictar pues tuvo que renunciar debido a la caída de Rivadavia.

Independientemente de los vaivenes políticos, Carta Molina llega a publicar “Las dos lecciones de física experimental”. En la cátedra de física experimental le sucede el italiano Octavio Fabricio Mossotti, quien había llegado a Buenos Aires para instalar el observatorio astronómico. Mossotti, junto a Bonpland y otros científicos extranjeros, sentó las bases de la ciencia en la Argentina desempeñándose al frente de dicha cátedra entre 1828 y 1834, fecha en la que regresó a Italia, quedando vacante la cátedra por veinte años (Babini, J.; 1986: 95).

Esos años coincidieron con el gobierno ejercido por Rosas, período en el que la enseñanza en general declinó notablemente junto con las actividades científicas respecto a los logros obtenidos durante la administración de Rivadavia.

Después de la batalla de Caseros (1852), en la Argentina comienza una nueva etapa para la actividad científica, en la cual Sarmiento cobrará un singular protagonismo (Mantegari, 2002). Se fundan colegios en varias provincias siendo el Colegio Nacional fundado por Mitre en Buenos Aires modelo de aquellos y de los posteriores.

Si bien la Universidad de Buenos Aires comenzó su reconstrucción cuando aún no había pasado un mes de la caída de Rosas, fue con la llegada del rector Juan María Gutiérrez, quien se desempeñó como tal entre 1861 y 1874, que se potenció el departamento de Ciencias Exactas.

Desde 1865 este departamento desarrolló sus actividades aún cuando sufriera diversas modificaciones. Así, en 1874 se desdobló en las Facultades de Matemáticas, que presidió el mismo Gutiérrez, y la de Ciencias Físico-

naturales, que presidiera Piaggari. Independientemente del impulso creador, ninguna de ellas logró su cometido dado que la primera sólo formó ingenieros, mientras que la segunda se mantuvo en estado vegetativo hasta 1881 momento en que, con la nacionalización de la Universidad de Buenos Aires, ambas se fusionan bajo la Facultad de de Ciencias Físicomatemáticas. En ella obtuvieron, en 1886, su título los primeros doctores pero éstos continuaron desempeñándose como ingenieros. Diez años más tarde pasa a denominarse Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

En los primeros años del siglo XX es destacada, aunque aislada y fragmentaria la actuación del profesor de origen francés Camilo Meyer, quien entre 1909 y 1914 desarrolló un curso de libre de Física matemática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Buenos Aires, pero sólo recibió indiferencia lo cual demuestra el estado de una época que "...cayó en el error de adoptar y absorber las aplicaciones de la ciencia antes que la ciencia misma...sin advertir que detrás del progreso industrial y técnico se oculta ese trabajo puro y desinteresado que en gran medida ha contribuido a aquel progreso material" (Babini, J.; 1986: 197).

En 1856 se nacionaliza la Universidad de Córdoba, pero este hecho no logra contrarrestar su carácter tradicional el cual no se modifica hasta la presidencia de Sarmiento quien promueve la creación de la Academia de Ciencias. Esta tarea recayó en Burmeister, por entonces director del Museo de Buenos Aires. A él se le encomendó la incorporación al país de profesores de física, matemática, botánica, zoología, mineralogía y geología. La Academia se fundó en 1873 y los profesores debían desarrollar sus tareas en ella y, a la vez, dictar cursos en la Universidad de Córdoba. Debido a conflictos establecidos entre el director de la Academia y el rector de la Universidad de Córdoba, el primero renuncia y dicha Universidad incorpora a los miembros de la Academia en la Facultad de Ciencias (1869) que luego pasó a denominarse Facultad de Ciencias Físicomatemáticas (1878). Fue en ese marco donde Oscar Doering, realizara, desde 1875, en nuestro país estudios sobre magnetismo y propusiera la creación de un observatorio

magnético nacional según lo sugerido en el Congreso Internacional de Meteorología de Roma realizado en 1879.

La Academia de Ciencias continuó sostenida por el gobierno nacional con la misión de explorar y estudiar al país en todas las ramificaciones de la naturaleza, desplazándose así su foco hacia las ciencias naturales. Por su parte, Santa Fe, Córdoba, Tucumán y la región de Cuyo proponen estudios físicomatemáticos, pero su orientación cae en la ingeniería.

En el mismo período y sobre la base de instituciones preexistentes se propone la creación de la Universidad de la Plata, cuya creación en 1905 responde a una orientación práctica y experimental concordante con las exigencias de la época. Bajo esta concepción se diplomaron los primeros doctores en física, astronomía y matemáticas. Se inician allí los primeros estudios sistemáticos en astronomía y física en el país. Estos últimos contaron desde 1906 con una infraestructura y personal que prontamente cobró reconocimiento internacional.

Al frente del Instituto de Física de La Plata estuvo el físico alemán Emil Hermann Boscé a quien sucedió en 1911, tras su pronta muerte, otro físico alemán, Richard Gans. Este Instituto, que fue el centro de estudios físicos más importante del país, estuvo bajo la dirección de Gans hasta 1925. En 1914, Gans impulsa la publicación de Contribuciones al estudio de las ciencias físicomatemáticas y también la estadía de físicos tales como Albert Einstein (1925) y Walter Nernst (1914). Gans fue sucedido por Ramón Loyarte; este físico formado en el Instituto se hizo cargo de su dirección hasta que Gans regresa al país en 1947.

La Argentina tiene una larga historia en física que comenzó en la Universidad de La Plata en 1909 con la llegada de Emil Boscé. Esta universidad fue el mayor centro de estudios de física en la Argentina hasta la década de 1950. Entonces, las universidades de Buenos Aires y de Córdoba crearon departamentos de física. Al mismo tiempo se crearon los centros de investigación de la Comisión Nacional de Energía Atómica en Bariloche y Buenos Aires. La Argentina ha producido muchos de los

excelentes físicos dispersos por el mundo y es, en este sentido, única entre los países sudamericanos. Dichos físicos han hecho importantes contribuciones a la física de partículas, física de la materia condensada, en especial a la superconductividad, a la estructura nuclear y a otros campos<sup>60</sup>.

En 1918 se produce la Reforma Universitaria que imprimió una nueva tónica a la universidad que vigorizando el desarrollo del pensamiento científico.

En 1925 llegó desde Alemania José Würschmidt a fin de crear y dirigir el Instituto de Física de la Universidad de Tucumán, quien en 1927 promovió una publicación del mismo Instituto. A partir de esfuerzos personales se conforma, en 1942, un núcleo de Física que posteriormente se institucionaliza como Santa Fe, Córdoba, Tucumán y la región de Cuyo que continúa proponiendo estudios físicomatemáticos con orientación hacia la ingeniería.

En 1955 la Comisión de Energía Atómica –creada en 1950- organizó en Bariloche un Instituto de Física, dependiente de la Universidad de Cuyo, a fin de formar investigadores en el campo de la física.

La Asociación de Física Argentina en la reunión anual de física realizada en La Plata en 1944 adoptó como órgano de difusión la Revista de la Unión de Matemática Argentina.

Durante las tres décadas posteriores a la Primera Guerra Mundial se produce, según José Babini (1983: 201) un cambio en la evolución del pensamiento científico argentino, probablemente atribuible a la conjunción de una nueva fisonomía política nacional asociado a las repercusiones internacionales de la Guerra como así también a la revolución rusa.

En ese mismo período se duplica la cantidad de universidades nacionales y se impulsan las publicaciones especializadas, mientras que algunas universidades publican revistas científicas de carácter general. Se da

---

<sup>60</sup> Brinkman, W et al. (2002). La física argentina. Revista Ciencia hoy en línea. Vol.12. N°71. Octubre- Noviembre. <http://www.cienciahoy.org.ar/ln/hoy71/editorial.htm>

un paso que va desde las instituciones de carácter general, tal como lo es la Sociedad Científica Argentina, cuyo manifiesto de creación data de 1872; este proceso hace que tal Sociedad restrinja su ámbito de acción frente al nacimiento de las nuevas asociaciones de especialidad.

Este hecho se ve intensificado en la década del '50 con la creación de organismos oficiales específicos de especialidad, además de la creación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en 1958 y, por ejemplo, la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) en 1956.

Tal como se ha señalado, la enseñanza de la Física en el nivel superior, en la Argentina, comenzó a adquirir sistematicidad y a acrecentar su calidad de manera sostenida, con la llegada al país del alemán Emil Hermann Boscé en 1909 que se desempeñó en el centro inicialmente más importante del país, el Instituto de Física perteneciente a la entonces Universidad de La Plata.

Pero habría que esperar a mediados de la década de los '60 para encontrar que la formación de licenciados y doctores alcanzara un ritmo sostenido, lo cual generaría, a la vez, que la investigación comenzara a delinear su propio sendero.

“La historia de la investigación en física en la Argentina sufrió serios trastornos por la inestabilidad, que provocó la partida de excelentes físicos y obligó a la reconstrucción de los departamentos. ... La estabilidad de la década de 1990 llevó a la física a un nuevo comienzo, ahora otra vez amenazado por la crisis económica. Esta crisis puede dar lugar a una nueva gran ola migratoria de científicos de primer nivel, lo que tendría consecuencias negativas de largo plazo para la ciencia y la tecnología en el país. La crisis estaba presente en la mente de todos los científicos con los que hablamos”<sup>61</sup>.

---

<sup>61</sup> Brinkman, W et al. (2002). Op. cit.



## 4.2 Una somera presentación de la Física en la actualidad.

La evolución de los procesos de comprensión y control de los fenómenos físicos generalmente fue acompañada por una diversificación y una multiplicación de sus usos comerciales. Pero pareciera que dos factores imprimieron su impronta en el crecimiento exponencial que se produjo en este campo en los últimos 30 años. Por un lado el desarrollo tecnológico que permitió medir innumerables propiedades microscópicas y por otro el desarrollo de sistemas de cómputos que permitieron complementar el desarrollo de algoritmos computacionales con altísima eficiencia.

En este contexto pueden enumerarse algunas contribuciones recientes del campo de la Física<sup>62</sup>:

- El impacto que la Física de la Materia Condensada tuvo sobre los procesos de la metalurgia (magnetorresistencia, nuevas aleaciones), electrónica y nuevos materiales (cerámicos conductores, nanoestructuras como aerogeles o fluidos complejos como cristales líquidos).
- Optimización de Física de Materiales para superconductores.
- Desarrollo de sondas nucleares para obtener información local a escala atómica; dispersión de neutrones térmico, utilización de iones para estudiar la dinámica de fenómenos magnéticos a una escala temporal del pico al microsegundo.
- El estudio de los nuevos materiales ha abierto un amplio abanico de posibilidades tecnológicas con aplicaciones prácticas a, por ejemplo, el estudio del campo radiante en reactores fotocatalíticos (guiado por el creciente interés que las aplicaciones de reacciones fotocatalíticas heterogéneas tienen en los estudios de cambios químicos en films metálicos para aplicaciones a conversión de energía solar, electrocatálisis o implantes ortopédicos y dentales).

---

<sup>62</sup> Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología (2002). SECyT, MECT e I; Título 2.5.2.: 'Descripción de la frontera de conocimiento', pág. 76.

- Las técnicas de determinación de masas moleculares utilizando resonancia magnética nuclear (RMN) o medición de resistividad eléctrica con negro de humo (NH) permiten obtener información sobre estructura y dinámica de polímeros industriales y otros usos.
- En el área de la Física Óptica la contribución de los desarrollos de alta complejidad como el *display óptico* y el desarrollo de láseres semiconductores azules. También la técnica del *speckle*, que a través de la iluminación con láser permite obtener información sobre objetos de variadísima índole: rugosidad superficial, detección de microorganismos según frecuencia de movimientos del microorganismo.
- La compactación y reducción de dimensiones de las fuentes de radiación ha derivado en una nueva concepción de los instrumentos de laboratorio tanto en química como en bioquímica.
- Los sistemas de láseres de pulsos ultracortos y antenas superconductoras revolucionaron la espectroscopia y la microscopía con radiación electromagnética en el rango de los Thz, así como el desarrollo de microscopios de fuerza atómica y efecto túnel llevaron a la microscopía de superficies con resolución atómica.
- La Física Atómica y Molecular condujeron al almacenamiento de hidrógeno, el *channeling* en nanotubos de carbono, la aceleración de *clusters* de iones, la fusión por confinamiento inercial, la realización de ‘trampas atómicas’ y de nuevos relojes atómicos y la sintonización de transiciones de haces atómicos. También el estudio de principios del comportamiento de moléculas compuestas por algunos miles de átomos.
- El análisis de la interacción de iones con sólidos ha permitido, junto a otros temas de la Materia Condensada, ha permitido avanzar en el estudio de dispositivos en estado sólido (chips) y memorias de computadoras) como así también de sistemas mesoscópicos, modificaciones de propiedades superficiales, tales como resistencia a la corrosión y el endurecimiento.
- La medición y evaluación de secciones asociadas a colisiones entre iones, electrones, fotones y átomos permitió determinar parámetros de transporte necesarios para el estudio de láseres y plasmas.

- La Física del Plasma, ha aportado conocimientos acerca de plasmas tenues astrofísicos y también sobre plasmas centenares más densos que los líquidos, logrados por compresión de microesferas con láser en laboratorio. Los plasmas de las descargas en gases que hoy se utilizan en experimentos de fusión controlada suelen derivar en estudios de fluorescencia, tratamiento de superficies y reacciones termonucleares.
- Se está empezando a comprender cuantitativamente la cadena de procesos de plasmas que ligan las eyecciones coronales de masa y las fulguraciones solares con las tormentas magnéticas y las auroras observadas en la Tierra.
- Para comprender y resolver los problemas de las inestabilidades de las máquinas de plasma se estudian objetos astrofísicos como grandes laboratorios en los que el confinamiento magnético de plasma, los procesos de fusión y otros de importancia para el control de procesos energéticos económicos y seguros.
- Los plasmas son un medio que posibilita controlar reacciones químicas para el tratamiento de residuos peligrosos.
- El estudio de efectos capilares y gravitatorios permite comprender una variada gama de problemas tales como la dinámica del avance de un líquido, de corrientes fluidas, desplazamiento o esparcimiento de líquidos aplicados a fenómenos naturales.
- El aporte de la Física de Partículas y Campos ha llevado a la teoría de las supercuerdas, al estudio de la evolución del Universo a partir de la cuantificación de la materia oscura.
- La aplicación de la Física Nuclear en temas astrofísicos son relevantes para la producción de energía y evolución estelar y para los estudios de la cosmología en general; también para la comprensión de los efectos de las radiaciones ionizantes sobre la materia viva, hecho importante en el tratamiento de tumores y protección radiológica. Los aceleradores de partículas proveen información sobre diferentes tipos de radiación sobre la materia biológica, como por ejemplo el ADN.

Si bien esta lista es incompleta ofrece un panorama relativo a la diversidad y relevancia temática de la disciplina.

En relación a la física de la Materia Condensada puede decirse que es necesario estimular el desarrollo de nuevos materiales, esto es, cerámicos superconductores, polímeros, materiales compuestos, nanoestructuras (multicapas, nanopartículas, aerogeles), fluidos complejos como cristales líquidos, micelas, geles, agregados, etc., dado que todos tienen relación con desarrollos con aplicaciones a la industria farmacéutica, alimentaria y química en general.

El desarrollo de técnicas provenientes de la Física nuclear tiene un creciente impacto en el tratamiento de residuos radioactivos.

La óptica y la fotofísica han diversificado su área de incumbencia llegando a estudios de rugosidad por dispersión de luz, control óptico de chips, transformación espacio - temporal de pulsos láseres ultracortos por lentes, descargas gaseosas, generación de armónicas a partir de láseres muy intensos, compactación de los láseres de alta potencia y pulsos ultracortos, etc.

En Física Atómica y Nuclear la determinación de secciones atómicas o moleculares es esencial para determinar las propiedades de transporte de partículas en gases, líquidos y sólidos. A fin de especificar la deposición de la energía, el daño por radiación, implantación de elementos y otros efectos de importancia tanto para la medicina como el medioambiente.

El estudio de plasmas y sus aplicaciones en nuestro país es relativamente reciente. Dado que los plasmas son fácilmente controlables por campos eléctricos y magnéticos, son utilizados para ataque, deposición y modificación de superficies, por ejemplo, en la producción de circuitos integrados. Las técnicas de plasma spray son utilizadas en tratamientos anticorrosivos y la implantación de iones se emplea para endurecer herramientas de corte, por ejemplo. La utilización de fuentes de neutrones basadas en plasmas densos es tiene ventajas por sobre las fuentes convencionales ya que no sólo baja costos sino que no producen efectos

contaminantes y son transportables. Sus aplicaciones van desde el tratamiento de superficies y neutrografías industriales a estudios de humedad y composición de suelos, desplazamiento de líquidos sobre superficies sólidas, transporte acuoso en vegetales. También las técnicas vinculadas al modelado de plasmas astrofísicos son de utilidad para aplicaciones industriales como lo es el procesamiento de materiales con plasmas.

### **4.3 Posicionamiento de la Física en documentos gubernamentales.**

#### **4.3.1 “La investigación científica y tecnológica en la Argentina. Diagnóstico e identificación de Áreas de vacancia”. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Ministerio de Cultura y Educación. República Argentina, 1999.**

Dos elementos son presentados de manera general en el documento “La Investigación científica y tecnológica en la Argentina. Diagnóstico e identificación de Áreas de vacancia” para el campo de la física. Por un lado señala que las tareas de investigación se encuentran desarrolladas mayoritariamente en el área metropolitana Buenos Aires – la Plata, con un 47%; el resto se reparte entre el Instituto Balseiro y departamentos e institutos distribuidos en diversas zonas del país.

Por otro lado, agrega que un tema preocupante es la cantidad de egresados, la cual debería duplicarse; asimismo señala que los estudiantes suelen abandonar los doctorados locales por otros en el exterior, fundamentalmente porque intuyen que conllevan mejores perspectivas laborales<sup>63</sup>

---

<sup>63</sup> La Investigación científica y tecnológica en la Argentina. Diagnóstico e identificación de Áreas de vacancia. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Ministerio de Cultura y Educación. República Argentina, 1999, Punto 2.5.6., pág. 104.

En el Documento, para la evaluación de las áreas temáticas se toma<sup>64</sup> información referida a aspectos tales como la falta y/u obsolescencia de equipamiento, el reducido número de grupos de investigación, problemas relativos a infraestructura y soporte informático, falta de subsidios para intercambio y actualización, escasez de recursos para participar de congresos internacionales, etc.

Así, el área de Física de la Materia Condensada, la cual incluye tópicos que van desde la Física del sólido hasta líquidos cuánticos, presenta en cada subdisciplina características distintivas, tanto por el tipo de investigación, como por su vinculación con la industria o por sus requerimientos de materiales e inversión. Es un área que cuenta con aproximadamente 350 investigadores, más de 100 doctores distribuidos en diversas zonas del país. UBA, UNLa Plata, CITEFA, CONEA, Instituto Balseiro, UNLitoral, UNRosario; UNSur, UNCPBA.

En esta área Argentina posee un desarrollo aceptable en superconductores y en algunos temas de teoría de los sólidos, aunque deben reforzarse las áreas de semiconductores, nuevos materiales y técnicas de caracterización. El Documento señala que la enorme distancia en el terreno experimental respecto de los líderes (USA, Japón, España, Inglaterra y Francia) es atribuible a que los grupos correspondientes a estas áreas de vacancia carecen de instrumental competitivo<sup>65</sup>.

En Óptica y Fotofísica tres áreas han evolucionado notablemente y tienen una previsible continuidad, ellas son: comunicaciones y fotónica; nuevas fuentes de radiación y aplicaciones a la Biología y Medicina. Cuenta con casi un centenar de investigadores y unos 30 doctores; los grupos se ubican principalmente en UBA, UNLa Plata y otros, como UNCPBA, muy vinculados a los anteriores. El Documento señala la demanda de otras

---

<sup>64</sup> . Aunque la calidad de la formación de grado y posgrado puede ser medida según diversos parámetros, en el documento “La Investigación científica y tecnológica en la Argentina. Diagnóstico e identificación de Áreas de vacancia” se toma como el más relevante el prestigio de los investigadores formados y graduados en la Argentina en el extranjero.

<sup>65</sup> Op. cit. Punto 2.5.4.1., pág 92

carreras en estas temáticas, lo cual puede satisfacerse si se instalan grupos de investigación en temáticas afines<sup>66</sup>.

En Física Atómica y Molecular, en la Argentina, las áreas de mayor desarrollo son Colisiones atómicas, (Centro atómico Bariloche –CAB-, UNSur) que cuenta con un nivel científico excelente a pesar del bajísimo nivel de inversión. Otra área es Física Molecular, que se desarrolla fundamentalmente en UBA, UNQuilmes, UNRío Cuarto, UNCorrientes. Cuenta con más de 35 investigadores dedicados fundamentalmente a desarrollo del enfoque teórico. El desbalance entre estudios experimentales y teóricos encuentra su principal origen en la mayor inversión que requiere el montaje y mantenimiento de laboratorios experimentales, lo cual no se atiende adecuadamente. Se señala a continuación que la distancia entre la investigación de punta y la desarrollada en la Argentina, no se mide en años o generaciones, ni por el nivel de la investigación, sino en la inversión económica y humana.

El ejemplo que ilustra esta problemática señala que para estudiar un tema de frontera el escollo es la imposibilidad de adquirir, por ejemplo, un detector posicional, una bomba de vacío adecuada, contar con grupos libres de burocracia o realizar un viaje determinado<sup>67</sup>. Además se manifiesta que se realizan trabajos de buen nivel aún cuando en el Instituto Balseiro se cuenta con un acelerador de iones de 1955.

Se detecta como área de vacancia la temática Física de Radioterapia, aunque varios grupos realizan investigaciones de procesos de colisiones de radiación, de electrones, iones y átomos producidos en aplicaciones de radioterapia; desarrollo de investigaciones teórico- experimentales sobre dosimetría a fin de evaluar el daño primario y formación de radicales libres y su difusión; la temática Reacciones de partículas atómicas asociados al cambio global, aunque se desarrollan investigaciones asociadas con procesos radiactivos y atómicos presentes en la alta atmósfera, el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) lidera la temática, aún cuando debería ser convenientemente apoyada en esta etapa aún formativa; la

---

<sup>66</sup> Op. cit. Punto 2.5.4.2., pág 94

<sup>67</sup> Op. cit. Punto 2.5.4.3., pág 95

temática Determinación de estructuras moleculares de interés farmacológico que incluye estudios sobre compuestos biológicos, estructura de proteínas, análisis de diseño de nuevos fármacos y de interacciones moleculares relevantes en procesos biomédicos.

La Física de los Fluidos y los Plasmas tiene unos treinta años de trayectoria en la Argentina. Los centros en los que se desarrolla corresponden a la UBA, UNCPBA, Universidad Nacional de Mar del Plata y Rosario, todos a partir de un núcleo inicial de la UBA. Las investigaciones son de carácter básico con relación a la fusión y cada vez más próximas a la tecnología de plasma, plasmas espaciales y astrofísicos y la mecánica de fluidos. Cuenta con más sesenta especialistas y más 40 doctores.

En 1996 se concretó el Programa Interinstitucional de Plasmas Densos (PIPAD) y la creación del Laboratorio de Plasmas Densos Magnetizados (PLADEMA), como esfuerzos conjuntos por coordinar el trabajo de diversas instituciones

Si bien Argentina ha incursionado en algunas subáreas, el nivel alcanzado la coloca, en ciertas especialidades, en condiciones de atender algunos de los graves problemas a resolver como son, por ejemplo, aplicaciones para la optimización de suelos.

En ello se encuentran trabajando grupos de la UNCPBA, UNCuyo y UBA. También se desarrollan nuevas aplicaciones en tratamiento de superficies, mejoramiento de herramientas y fuentes de energías compactas alternativas. En este caso los espacios que se dedican estas actividades son fundamentalmente INFIR, CNEAUBA y UNRosario.

La física de Partículas y Campos es una rama desarrollada desde los primeros años del siglo XX en Argentina, pero su mayor desarrollo se ha registrado recientemente. La distribución geográfica de los investigadores se da entre UBA, Instituto Bariloche, TANDAR, UNde Córdoba, UN Rosario y Untar del Plata. Los líderes mundiales son el FERMILAB y el MIT de USA, el CERN (Laboratorio Europeo de Partículas Elementales).

Para poder llevar adelante sus proyectos, los científicos locales dependen fuertemente de la interacción con estos centros. Este tipo de



intercambio debería ser propiciado e incrementado como así también incrementar el financiamiento de estadías y participaciones en eventos científicos<sup>68</sup>.

En Física Nuclear, la Argentina concentra sus investigadores básicamente en Buenos Aires, Bariloche y La Plata. Desde los años '50 vienen desarrollándose proyectos sobre fuentes de energías alternativas y renovables como así también estudios de física médica y biofísica.

A modo de ejemplo, a continuación se presentará someramente una descripción del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, siguiendo el trabajo realizado por Brinkman, W et al. (2002)<sup>69</sup> quienes sostienen que desde 1990, en esta institución, se optó por reforzar los grupos de teoría de la materia condensada, de sistemas complejos no lineales, de biofísica, de óptica y de física molecular para estudiar proteínas y macromoléculas. Así, encuentran que:

- el grupo de óptica, que realiza investigación en láseres de onda corta bombeados por haces de electrones y en nuevos microscopios ópticos de campos cercanos, propiedades no lineales de láseres armados por el grupo, espectroscopia de puntos cuánticos y mapeo neuronal, tiene una visión amplia, interacción con la industria local y ha generado patentes.
- El grupo de sistemas complejos y no lineales enfatiza la investigación interdisciplinaria, trabajando en reconocimiento de voz, dinámica de sistemas biológicos, láseres semiconductores, computación cuántica y comunicaciones.
- El grupo de materia condensada y física estadística trabaja en transiciones Mott y varios aspectos de fluidos cuánticos.
- El grupo de bajas temperaturas creció en dinámica de flujos y otros temas.

---

<sup>68</sup> Op. cit. Punto 2.5.4.5., pág. 99

<sup>69</sup> Brinkman, W et al. (2002). Op. Cit.

- El grupo física de partículas y cosmología trabaja en teoría de cuerdas, física de rayos gamma, dinámica de transiciones de fase y teoría de campos fuera del equilibrio.
- El grupo de física experimental de alta energía trabaja en colaboración internacional con el grupo D0 del Fermilab.

Estos autores señalan que si bien desde este Departamento se realizó un excelente trabajo de búsqueda e incentivación de científicos argentinos de primera línea, así como ofrecer un amplio espectro de actividades, su mayor deficiencia es la falta relativa de programas experimentales. Este hecho lo vinculan a la histórica falta de fondos para adquirir equipamiento. Mencionan que El Banco Mundial otorgó dinero para tal propósito a mediados de la década de 1990, pero *a posteriori* han sido muy escasos los fondos disponibles.

#### **4.3.2 Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Ministerio de Cultura y Educación. República Argentina, 2002.**

En diversas ediciones del Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología (Plan) se indica que, de manera generalizada, se acuerda en que es insuficiente la base científico – tecnológica del país para abordar la totalidad de las demandas que se desprenden de los objetivos de dicho Plan.

A fin de comenzar a dar respuesta a esta problemática se dispuso desde la Secretaría de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación (Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología SECyT, MECTeI) un proceso de consultas a integrantes de la comunidad científica argentina para diagnosticar la situación del área. Dado que se trata de un análisis desde la oferta, el mismo se considera como un autodiagnóstico de la situación de las actividades científico –tecnológicas en la Argentina realizado por miembros de dicha comunidad La información

producida en una primera etapa (1999) fue incorporada en el Plan 1999 - 2000.

Las comisiones se organizaron en cuatro campos científicos (Ciencias Exactas y Naturales (no Biológicas); Ciencias Agrarias, de Ingeniería y Materiales; Ciencias Biológicas y de la Salud; Ciencias Sociales y Humanidades) y se les solicitó la elaboración de un documento con información acerca del nivel de desarrollo relativo de las disciplinas; identificación de áreas de vacancia, medidas específicas para abordar las deficiencias detectadas, recomendaciones destinadas a consolidar las áreas y para la formación de recursos humanos en las que el país ha alcanzado un mayor desarrollo relativo.

Las disciplinas diagnosticadas fueron 12 correspondientes al campo de Ciencias Exactas y Naturales (no Biológicas); 13 de Ingeniería y Materiales; 12 para Ciencias Biológicas y de la Salud y 13 para Ciencias Sociales y Humanidades. Las áreas temáticas, definidas por las comisiones como “un campo o línea de investigación dentro de una disciplina o subdisciplina científica”, fueron clasificadas en distintos tipos de desarrollo, para lo cual se tomó por referencia a los países seguidores de los líderes mundiales, entre los que se mencionan a Australia, Nueva Zelanda, Dinamarca, Finlandia, Brasil o España, o una media de ellos, según la disciplina a clasificar en Áreas bien cubiertas; Nivel de desarrollo alto; Nivel de desarrollo intermedio; Áreas de vacancia; Nivel de desarrollo insuficiente; Nivel de desarrollo altamente insuficiente.

Estas comisiones coincidieron en ciertas conclusiones de carácter general tales como:

- Necesidad de establecer acuerdos entre las autoridades nacionales y las instituciones beneficiarias para establecer grupos nuevos con un plazo no menor a cinco años;
- La constitución de tales grupos debe realizarse en el seno de instituciones que garanticen idoneidad; comprometer tanto tarea de investigación como de docencia;
- Compromiso de mantener durante cinco años al grupo nuevo;

- Atraer a través de becas;
- Formar recursos humanos (cuando se considere necesario) previamente a la constitución del grupo;
- Coordinación de esfuerzos entre organismos promotores de Ciencia y Tecnología y de docencia;
- Obtener un presupuesto adecuado.

### **4.3.3 Identificación del desarrollo del área de la Física en el Plan.**

Respecto al área de la **Física**, encuadrada dentro del campo de las Ciencias Exactas y Naturales (no Biológicas), en el Plan se sostiene que esta disciplina “tiene un muy buen nivel y un considerable desarrollo temático y regional”. Se señala la necesidad de actualizar y mantener las necesidades de los laboratorios consolidados, promover las áreas de vacancia, fundamentalmente la física médica y la física ambiental que aún cuentan con escaso desarrollo en relación a las múltiples necesidades y oportunidades que ofrecen, aunque el informe no describe cuáles son estas necesidades y oportunidades. En relación a las actividades experimentales, señala que comparte con otros campos científicos la obsolescencia de su equipamiento, debido a una sostenida falta de inversión como así también al vertiginoso desarrollo del campo, además de la incapacidad de enfrentar los costos de este tipo de investigación que quedan fuera de escala de las posibilidades nacionales. En este sentido, la comisión recomienda privilegiar la cooperación internacional.

Las áreas de vacancias identificadas en Física son:

Áreas con nivel de desarrollo insuficiente:

Física de Sólidos y Fluidos Cuánticos;

Ciencias de Materiales;

Estructura de la Materia;

Óptica y Fotoscopia;

Física Atómica y Molecular;  
 Física de Fluidos y Plasmas;  
 Física de Partículas y Campos;  
 Física Nuclear.

Áreas con nivel de desarrollo altamente insuficiente:

Biofísica y Física Médica;  
 Energías no Convencionales.

Argentina representa el 0.31% del total mundial de las Ciencias Físicas; el 25.61% de las Ciencias Físicas en América Latina lo cual la ubica en segundo lugar en la región, luego de Brasil (40.13%). Estos valores se enmarcan en el 1.21% que representa América Latina a nivel mundial en este campo. El cuadro que se presenta a continuación incluye datos, al año 2000, acerca de cantidad de investigadores, proyectos y publicaciones en el área de Física en la Argentina:

**Cuadro N° 7: Investigadores, proyectos y publicaciones en Física, Argentina.1989 -2000.**

Disciplina	Datos Comisiones 1999 -2000		Datos SECYT ME 1996		Datos Proy. Incen. 1997		Datos CONICET 1997		Publicaciones 1989 – 1993	
	Investigadores	%	Investigadores	%	Proyectos	%	Investigadores	%	Public.	%
<b>Física</b>	813	6.4	1.519	5.3	378	5.3	368	11.4	1.976	20.1
<b>Sub total Cs.Ex</b>	3.025	23,7	6.954	24.4	1.418	19.7	1.188	36.6	3.763	38.2
<b>TOTAL</b>	12.790	100	28.500	100	7.188	100	3.233	100	9.847	100

Fuente: SECYT, ME; 2000

Las colaboraciones con instituciones internacionales de primer nivel se han realizado en un plano de igualdad siempre y cuando no se pase al

área experimental pues es allí donde la falta de recursos lleva a la reducción de proyectos. Aún así se mantienen programas de colaboración con diversos países tales como Australia, Suiza, Francia, y Suecia.

En términos de cooperación internacional se menciona que ésta junto al intercambio de científicos es sumamente necesaria de modo que requeriría de programas especiales a tal fin. Si bien el país participa de muchos programas internacionales en general el intercambio se da a través de acuerdos entre grupos con carácter más o menos limitado.

Las instituciones con las cuales realizan trabajos conjuntos los Físicos argentinos, sin ser exhaustivo por área es:

Materiales:

Instituto de Ciencias de MATERIALES, universidad DE Valencia, España.

Departamento di Ingegniria Chimica dei processi e dei Materiali. Univ. De Palermo, Italia.

University of Wincosin, Madison, EE UU.

Max Plank – Institut für Eisenforschung, Alemania.

Centre des Recherches sur les res Basses Temperatures, francia.

Universidad Autónoma de Madrid, España.

Laboratorio de Physique de l'Etat Condensée, Francia.

Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Institut für Metallkunde und Metallphysik, Techn. Univ. Clausthal, Geesthalcht, Alemania.

Óptica:

Universidad de Colombia.

Universidad de Antioquia, Colombia.

Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Universidad Autónoma de México, México.

Física Atómica y Molecular:

Universidad de UTA, SALT Lake City, UTA, EE UU.

Universidad de Módena, Italia.

Center for Computacional Quantum Chemistry Universidad de Georgia, EE UU.

Universidad de Odense, Dinamarca.

Universidad de Burdeos, España.

Oak Ridge Nacional Laboratory, EE UU.

Universitat Frankfurt, Alemania.

CRYISIS, Estocolmo, Suecia.

Caen y orsay, Centro de aceleradores pesados, Francia.

Quantum Theory Project, University of Florida, Gainesville, EE UU.

James Franck Institue, University of Chicago, Illinois, EE UU.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, España.

Universite Paul Sabatierm Tolouse, Francia.

Física de Plasmas:

Physique de la Materie Condensée, College de France, París, Francia.

University of Wincosin, Madison, EE UU.

Laboratie des fluides, Universidad de París Sur, Francia.

Institute for the studies of erth, oceans and space. University of New Hampshire, EE UU.

Harvard Smithsonian Center for Astrophysics, EE UU.

El Documento informa en párrafo aparte que también existen relaciones de intercambio con países del Este (Rusia, Polonia) y Brasil (punto 2.5.5.;; pág. 103).

Mecánica de Fluidos:

Programa Alfa, Unión Europea.

Universidades de Cambridge y Oxford, Inglaterra.

CNRS, Francia.

Institute Goddard (NASA), EE UU.

National Renewable Energie Laboratory, EE UU.

Universitat Innsbruck, Austria.

CYTED-D, Programa de Ciencia Y Tecnología para el Desarrollo V Centenario, España.

Física de Partículas y Campos:

FERMILAB, EE UU.

CERNS, Suiza.

Física Nuclear:

Lawrence Berkeley National Laboratory, EE UU.

Argonne Nacional Laboratory, EE UU.

Oak Ridge Nacional Laboratory, EE UU.

Florida State University, EE UU.

IPN – Orsay, Francia.

Estrasburgo, Francia.

Instituto Nacional de Física Nuclear, Universidad de Padova, Italia.

Australian Nacional University, Camberra, Australia.

Universidade de Sao Paulo, Brasil.

Nacional Accelerator Center, Faure, Sudáfrica.

Se menciona en párrafo aparte colaboración con Brasil y otros países latinoamericanos (Punto 2.5.5; pág. 104).

En relación a la relevancia científica y económico – social de la Física el documento señala que

“...si bien el mundo cotidiano requiere cada vez más frecuentemente respuestas sobre temas de investigación de la Física,... no debe olvidarse que la misma es una ciencia básica y que como tal contribuye fundamentalmente al conocimiento en sí, ...aunque no puede desconocerse su fuerte impacto económico en diversas fases de la industria, del mejoramiento de la vida de las sociedades marcando así la profunda relación que se establece entre el



dominio de la Naturaleza y el progreso socioeconómico de las naciones”<sup>70</sup>.

En términos de recomendaciones el documento sugiere incrementar la inversión para aquellos grupos que realizan desarrollos competitivos a nivel internacional<sup>71</sup>. Se encuentra que tal inversión se vería reforzada por los vínculos externos que los grupos han desarrollado y también por las posibilidades que estos tienen en términos de formación de recursos para las áreas de vacancia.

Se propone consolidar los logros obtenidos a través del incremento de potencial humano y equipamiento; equipar laboratorios y bibliotecas, suprimir trabas burocráticas para lograr un fluidez en la comunicación; facilitar la formación mediante becas de doctorado y posdoctorado (en este último caso internas y externas); reforzar las áreas de mayor impacto socioeconómico; relacionar al país a megaproyectos; lograr legislación que apunte a la utilización de energías renovables.

#### **4.3.4 Posicionamiento de la Física en el Banco de Evaluadores del Programa de Incentivos a Docentes – Investigadores de la Secretaría de Políticas Universitarias.**

Dar cuenta de la Física en la Argentina, significa, como mínimo, un doble desafío: por un lado, utilizar un indicador que permita ponderar el estado de situación actual de la Física en términos cuantitativos y cualitativos; por otro, que ese indicador pueda ser utilizado para comparar la Física con el resto de los campos disciplinares de la Argentina.

Para ello y, teniendo en cuenta que todos los posibles indicadores a ser utilizados gozan de ciertas ventajas y también de elementos críticos que relativizan los resultados, el indicador que se utilizará es la conformación

---

<sup>70</sup> Op. Cit. Punto 2.5.3., pág 81.

<sup>71</sup> Op. Cit. Punto 2.5.7; pág.105.

del Banco de Evaluadores del Programa de Incentivos a Docentes – Investigadores de la Secretaría de Políticas Universitarias<sup>72</sup>. A su vez, nos ha permitido acercarnos a una primera caracterización de la Física en la U.N.C.P.B.A.

Este Banco, que registra a todos los Investigadores de mayor categoría (Categorías de Investigador I y II) del conjunto de universidades nacionales de la Argentina, tiene como función asignar categorías a todos los docentes investigadores que participan del Programa de Incentivos a Docentes – Investigadores. Dicha asignación se realiza a través del sistema de pares por medio de un Comité de Categorización compuesto mayoritariamente por pares disciplinares, esto es, tres correspondientes a la disciplina motivo de evaluación sobre un total de cinco investigadores.

Para este caso, los resultados sobre los que se ha trabajado son los provenientes de la Convocatoria a Categorización Año 2004, en la que los criterios de evaluación para alcanzar las Categorías I y II focalizan demostrar una trayectoria sostenida en el tiempo, en función de acciones tales como la dirección de proyectos acreditados, en la formación de recursos humanos, en la calidad y cantidad de la producción científica, como en la realización de actividades de transferencia y, poniendo énfasis en la trascendencia internacional o nacional de la trayectoria de los postulantes medida en términos de publicaciones, participación en trabajos con participantes de otras entidades nacionales y/o extranjeras , a fin de acceder a las categorías señaladas.

En atención a lo anterior puede notarse que el total de investigadores con categoría I y II, dentro del campo, resulta significativo si lo comparamos con el resultado del resto de los campos disciplinares, en tanto posiciona a la Física como una de las áreas con mayor cantidad de recursos humanos altamente calificados del país.

---

<sup>72</sup> Estos datos corresponden a Convocatoria a Categorización del Programa de Incentivos a Docentes – Investigadores de la Secretaría de Políticas Universitarias. Año 2004.

**Cuadro N°8: Cantidad y posicionamiento de Investigadores I y II en Física en el Banco de Evaluadores del Programa de Incentivos. 2004**

<b>AREAS DISCIPLINARES del BANCO DE EVALUADORES</b>	<b>INVESTIGADORES CATEGORÍA I y II</b>
Ingeniería	779
Medicina, Odontología y Ciencias de la Salud	521
Agronomía	467
Antropología, Sociología y Ciencias Políticas	459
Química, Bioquímica y Farmacia	455
Biología	440
<b>Física, Astronomía y Geofísica</b>	<b>381</b>
Educación	312
Ciencias de la Tierra, el Mar y la Atmósfera	304
Historia y Geografía	268
Literatura y Lingüística	268
Arquitectura y Bellas Artes	224
Economía, Administración y Contabilidad	196
Psicología	180
Derecho y jurisprudencia	163
Filosofía	136
Veterinaria	134
Matemática	126
Arquitectura	94
Artes	49

Fuente: elaboración propia con datos de Convocatoria 2004. Ministerio de

En este marco, un primer indicador es la cantidad de Investigadores categorizados I y II del campo Física, Geofísica y Astronomía, en relación al total de investigadores que detentan la misma posición en la Argentina:

**Cuadro N°9: Investigadores I y II en Física sobre total de Investigadores I y II**

<b>Campos</b>	<b>Total Investigadores Categoría I y II</b>	<b>Porcentaje</b>
FISICA	381	6,30 %
TOTAL	6056	100,00 %

Fuente: elaboración propia con datos de Convocatoria SECYT 2004.

Una particularidad, en relación a la mayoría de las áreas, que presenta la Física es que es una de las pocas áreas en las que los Investigadores Categoría I superan ampliamente en cantidad a los Investigadores Categoría II: 214 son los investigadores Categoría I. en relación a los 167 investigadores Categoría II.

**Cuadro N°10: Total y porcentaje de Investigadores I y II en Física**

<b>Categoría Investigador</b>	<b>Totales</b>	<b>Porcentajes</b>
Categoría I	214	56,17%
Categoría II	167	43,83%

Fuente: elaboración propia con datos de Convocatoria SECYT 2004.

Para ejemplificarlo, puede compararse con dos campos muy diversos e importantes de desarrollo en la Argentina, tales como son Historia y Geografía por un lado, y Química, Bioquímica y Farmacia por otro:

**Cuadro N°11: Investigadores I y II en Física en relación a Historia y Geografía sobre total de Investigadores I y II**

<b>Disciplinas</b>	<b>Total Categoría I</b>	<b>%</b>	<b>Total Categoría II</b>	<b>%</b>
Historia y Geografía	101	37,69%	167	62,31%
Química, Bioquímica y Farmacia	231	50,77%	224	49,23%

Fuente: elaboración propia con datos de Convocatoria SECYT 2004.

La distribución de físicos en el contexto de las universidades nacionales de la Argentina se presenta en cuadro que figura a continuación:

**Cuadro N°12: Investigadores I y II en Física sobre total de Investigadores I y II en Universidades Nacionales**

<b>UNIVERSIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>CATEGORIA I</b>	<b>CATEGORÍA II</b>
Buenos Aires	73	45	28
La Plata	68	42	26
Cuyo	64	41	23
Córdoba	50	29	21
Gral. San Martín	25	9	16
Rosario	19	9	10
San Luis	13	9	4
<b>UNCPBA</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
Litoral	11	5	6
Tecnológica	7	3	4
Mar del Plata	6	3	3
Nordeste	4	1	3
San Juan	4	3	1
Sur	4	3	1
Tucumán	4	2	2
Comahue	3	-	3
Gral. Sarmiento	3	1	2
Río Cuarto	2	-	2
Salta	2	1	1
Entre Ríos	1	-	1
La Matanza	1	-	1
La Pampa	1	-	1
Lanús	1	-	1
Luján	1	-	1
Quilmes	1	-	1
Sgo del Estero.	1	-	1

<b>Total General</b>	<b>381</b>	<b>214</b>	<b>167</b>
----------------------	------------	------------	------------

Fuente: elaboración propia con datos de Convocatoria SECYT2004.

A partir de la información contenida en el cuadro anterior pueden demarcarse cuatro grandes grupos, en términos de concentración:

- La máxima concentración de físicos con altas categorías de investigador se registra en la UBA, la Universidad Nacional de La Plata, la Universidad Nacional de Cuyo y la Universidad Nacional de Córdoba, totalizando entre estas cuatro universidades 255 investigadores, lo que significa el 66,93 % del total del país.
- Una mediana concentración se registra en la Universidad Nacional de Gral. San Martín, Universidad Nacional de Rosario, Universidad Nacional de San Luis, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires y Universidad Nacional del Litoral, sumando entre estas cinco universidades 80 investigadores, lo que significa el 21 % del total del país.
- Luego, entre otras 17 Universidad Nacional suman 46 investigadores (entre un máximo de 7 y un mínimo de 1 investigador), lo que representa en su conjunto el 12,07% del total.

**Cuadro N°13: Cantidad de Investigadores I y II en el ámbito de la UNCPBA. Año 2004**

<b>CAMPO DISCIPLINAR</b>	<b>INVESTESTIGADORES CATEGORIA I y II</b>
Veterinarias	25
Ingeniería	15
Historia y Geografía	14
<b>Física, Astronomía y Geofísica</b>	<b>12</b>
Antropología, Sociología y Cs. Políticas	12
Economía, Administración y Contabilidad	9
Agronomía	8
Ciencias de la Tierra, el Mar y la Atmósfera.	6
Educación	5
Matemática	4
Artes	2
Química, Bioquímica y Farmacia	1
Biología	1
Psicología	1
Literatura	1
Arquitectura	0
Filosofía	0
Derecho	0
Medicina	0
<b>Total</b>	<b>116</b>

Fuente: elaboración propia con datos de de Banco de Evaluadores. SeCAT. UNCPBA, 2004.



También con la información contenida en el cuadro anterior pueden demarcarse cuatro grandes grupos, en términos de concentración:

- La máxima concentración de investigadores con categorías I y II se encuentra en el área de Ciencias Veterinarias, con 25 investigadores, lo que representa el 21,55 % del total de la UNCPBA.
- Una mediana concentración promedio de 11,42% se registra en la UNCPBA en Ingeniería y **Física, Astronomía y Geofísica**, Historia y Geografía y Antropología, Sociología y Ciencias Políticas.
- Las áreas de Economía, Administración y Contabilidad, Agronomía, Ciencias de la Tierra, el Mar y la Atmósfera, Educación y Matemática, presentan una concentración promedio 5,52 % de la UNCPBA.

Artes, Química, Bioquímica y Farmacia, Biología, Psicología, Literatura, Arquitectura, Filosofía, Derecho y Medicina entre las van desde máximo de 2 y un mínimo de 0 investigador, representa en promedio el 0,58%.