

PLAN DE GESTIÓN

Instituto de Física del Plasma (INFIP)

RESUMEN

El Instituto de Física del Plasma (INFIP) es un instituto UBA-CONICET que fue creado en 1991 en base a un laboratorio que investigaba temas teóricos y experimentales de fluidos y plasmas en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) de la UBA. En las últimas décadas enfrentó el retiro de investigadores que desarrollaron su actividad profesional por muchos años en el instituto, lo que resultó en un declive transitorio en su número de investigadores, en el número de recursos humanos generados, y en sus vínculos con otros institutos y departamentos de la UBA y el CONICET en su entorno más inmediato. La gestión de Fernando Minotti en la dirección del INFIP revirtió esta situación, aumentó la producción científica del instituto, y amplió las incumbencias temáticas del instituto en otras direcciones, introduciendo en el instituto grupos con nuevos perfiles temáticos. Es destacable que temas afines a la física del plasma hoy son muy relevantes para [generar colaboraciones con instituciones del país y el extranjero](#), son muy importantes en [áreas de física aplicada e interdisciplinaria](#), y tienen gran potencial de [transferencia tecnológica](#). El presente plan de gestión tiene como objetivo potenciar la transformación que está en marcha, convirtiendo al INFIP en un instituto grande y activo, que alcance su máximo potencial de formación de recursos humanos, que amplíe temas de investigación tradicionales, genere nuevos temas de investigación en la frontera de la investigación básica, interdisciplinaria y aplicada, y que pueda ser la base de un programa novedoso de transferencia tecnológica en el país.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Sobre el instituto: El INFIP nació originalmente en 1970 como un laboratorio del Departamento de Física de la FCEN, UBA. En dicho laboratorio trabajaban profesores e investigadores de la UBA y el CONICET, en diversos temas de la física de fluidos y de plasmas, tanto en aspectos teóricos como experimentales. En 1983, por un convenio entre la FCEN y el CONICET, este laboratorio se comenzó a financiar parcialmente por un “Programa de Investigaciones de Física del Plasma” (PRIFIP), para convertirse más tarde en un instituto UBA-CONICET a partir de 1991.

Según la página del instituto [1], el INFIP es *“un centro del país donde se realizan investigaciones puras y aplicadas en una amplia variedad de temas de esta disciplina,*

desde aplicaciones tecnológicas de los plasmas, el estudio de plasmas espaciales y astrofísicos, la física computacional de plasmas y fluidos, algunos tópicos asociados a la física de la fusión nuclear y la física matemática asociada con estas áreas.” El personal de investigación científica, que originalmente estuvo mayormente abocado a estos temas, hoy incluye también a investigadores que trabajan en física del plasma y de fluidos conductores en física solar, y en dinámica de sistemas complejos, biofísica, y aplicaciones de técnicas de electroporación entre otros temas.

Desde su creación y hasta 2019 (no se incluye en estas consideraciones la producción durante el periodo de pandemia), el INFIP generó 199 artículos indexados (según datos de SCOPUS, ver [2]). Si se miran solo los artículos en revistas de publicación periódica, se encuentra un período con una leve caída en la producción científica, que se revirtió en los últimos años. El instituto cuenta con colaboraciones con otros institutos en el ámbito de Ciudad Universitaria, y el 24% de los trabajos publicados por miembros del INFIP en el período considerado tienen un coautor con afiliación extranjera (ver Fig. 1). Los ingresos de investigadores más recientes, mencionados previamente, en temas de física espacial y de sistemas complejos y electroporación, brindaron un impulso interesante a las estadísticas de producción científica y de colaboraciones del instituto.

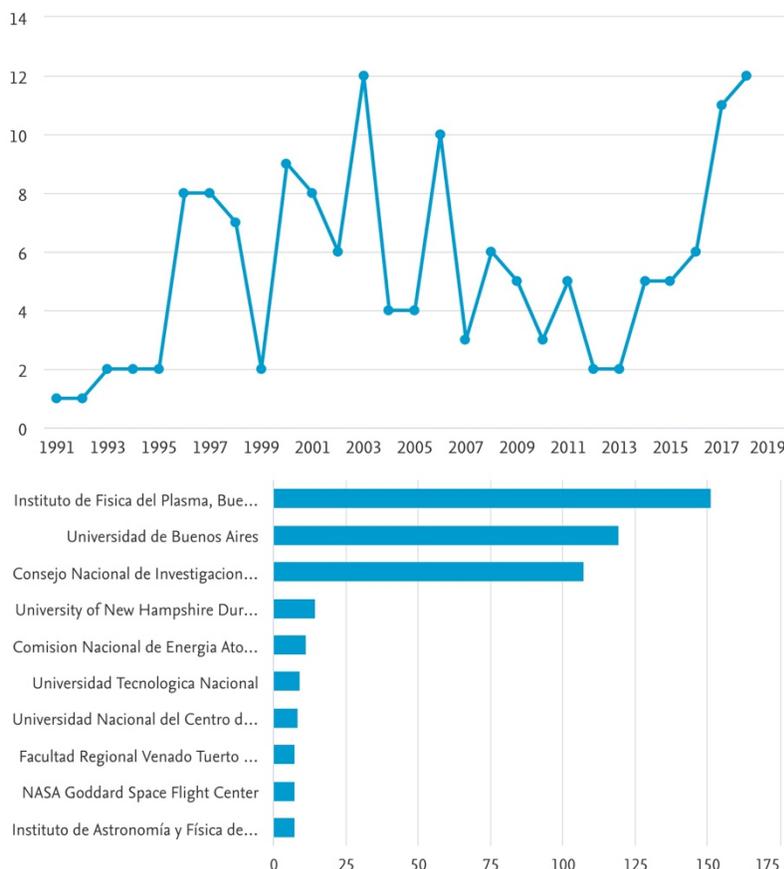


Figura 1: *Arriba:* Número de artículos publicados (en el eje vertical) en cada año por el INFIP desde el momento de su creación y hasta 2019 (no se consideran los años de la pandemia), según datos de SCOPUS. Entre 2007 y 2016 la producción anual del instituto tuvo una ligera merma, que fue revertida con éxito en los últimos años. *Abajo:* Afiliaciones correspondientes al total de los artículos publicados por el INFIP desde su creación. Las tres principales afiliaciones corresponden al INFIP, a la UBA y al CONICET. Solo se muestran las afiliaciones de las primeras 10 instituciones. Para la fuente de ambas figuras, ver [2].

Sobre el área: El área de la física del plasma a nivel internacional es muy dinámica, con problemas en física básica para comprender la dinámica del medio interplanetario, de la alta atmósfera terrestre o de la física de plasmas de fusión, y con aplicaciones concretas en áreas como recubrimiento y tratamiento de superficies o generación de haces de neutrones. En el resto del mundo, laboratorios e institutos de física del plasma como el LPP en École Polytechnique de París o el PPPL en Princeton han ampliado sus temas de investigación a física de superficies, física de materiales y de materia blanda, micro- y nanotecnologías y fabricación, y otras áreas de la física interdisciplinaria y de la física aplicada. Históricamente, en Argentina el área de física del plasma está fuertemente ligada al área de dinámica de fluidos (la Asociación de Física Argentina tiene una división de “Fluidos y Plasmas”, y en otros países las áreas también evolucionaron en forma conjunta; a modo de ejemplo, en Estados Unidos la revista *Physics of Plasmas* nació como un segundo volumen de la revista *Physics of Fluids*). Finalmente, actualmente la investigación en física del plasma en el mundo se amplió para considerar también otros problemas de materia condensada, como en el caso de plasmónica (SCIMAGO, utilizado por el CONICET para sus evaluaciones de investigadores, considera actualmente a revistas como *Physics of Plasmas* como pertenecientes al área de materia condensada [3]). También el área de fluidos se ha ampliado, para incluir o desarrollar una fuerte superposición con dinámica no-lineal y sistemas complejos, mecánica estadística y sistemas fuera del equilibrio, sistemas desordenados, biofísica, dinámica de redes, y sociofísica entre otros temas (ver como ejemplo la transformación temática de la revista *Physical Review E*, y la aparición de la nueva revista *Physical Review Fluids* de la American Physical Society).

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS PARTICULARES

Los grandes cambios que sufrió el área en las últimas décadas pueden notarse en el impacto de las líneas de investigación de grupos tradicionales del INFIP (como el creciente interés por las aplicaciones que realiza el grupo de descargas en gases en el instituto), y por el crecimiento del instituto con investigadores en otros temas en tiempos recientes. Estos cambios pueden ser amplificados para potenciar las capacidades del instituto y aumentar el trabajo en temas interdisciplinarios y aplicados. Este plan de gestión busca generar condiciones que permitan al INFIP mejorar las condiciones de trabajo de sus investigadores, crecer y atraer investigadores de calidad, y aumentar el número de estudiantes para formar nuevos recursos humanos.

También, el INFIP necesita [una misión y una visión](#) que lo distingan de otros institutos UBA-CONICET que trabajan en temas cercanos (como el IFIBA o el IAFE). Es importante notar que los demás institutos tienen temáticas más amplias, que les

otorgan mayor capacidad de crecimiento. En este contexto, [la misión del INFIP debe ser la de amalgamar la investigación en física del plasma y en todas sus áreas afines para el desarrollo de la física interdisciplinaria y aplicada](#). Con esta misión, el INFIP puede también generar [una visión](#) respecto a cuál es su rol entre los demás institutos, apoyando el aumento de [actividades de transferencia](#).

El presente plan tiene por lo tanto como objetivo convertir al INFIP en una institución mas grande y activa, que potencie sus temas de investigación tradicionales y genere nuevos temas absorbiendo investigadores de excelencia en temáticas afines, con vínculos con otros institutos UBA-CONICET en el área metropolitana, con investigación [interdisciplinaria y aplicada](#), y con un programa novedoso de [transferencia tecnológica](#).

Este objetivo general se traduce en cuatro objetivos particulares y en acciones concretas para alcanzarlos: (1) [Fortalecer la investigación en física de fluidos y plasmas](#), con el fin de apoyar a los investigadores y personal de apoyo que actualmente tienen lugar de trabajo en el instituto. (2) [Expandir las incumbencias del INFIP hacia la física interdisciplinaria](#), considerando la conformación actual del INFIP, y para generar a futuro ciencia de impacto a nivel nacional e internacional con coherencia temática que sea compatible con propuestas orgánicas del CONICET como fueron los Proyectos de Investigación de Unidades Ejecutoras (PUEs), y con propuestas y planes de financiación similares del MINCyT. (3) [Generar sinergia entre física aplicada y tecnología](#), un objetivo que puede ser muy beneficioso también para otras instituciones. Y (4) [aumentar la formación de recursos humanos](#), considerando el lugar donde se encuentra el instituto y su afiliación UBA-CONICET.

ACCIONES DEL PLAN DE GESTIÓN

1. Fortalecer la investigación en física de fluidos y plasmas, y otras líneas de investigación preexistentes: El INFIP es un instituto UBA-CONICET que comparte su entorno con muchos otros institutos en temáticas afines, como el IAFE, el IFIBA, y el CIMA. Además, tal como se discutió previamente, el INFIP fue originalmente gestado dentro del Departamento de Física de la FCEN, con un número importante de profesores regulares que eran simultáneamente investigadores del CONICET.

Como primera acción de este plan de gestión se fortalecerá el trabajo de los investigadores y personal de apoyo que actualmente tienen lugar de trabajo en el instituto, para asegurar crecimiento en la carrera del investigador científico (CIC) y del personal de apoyo (CPA) del CONICET, y una mayor exposición de sus miembros en el ámbito nacional e internacional. En términos generales, esto se realizará buscando

generar colaboraciones con otros institutos, e invitando a investigadores en temas afines a cambiar su afiliación al INFIP. Se buscará también aumentar el número de colaboraciones internacionales, y apoyar especialmente a los grupos del INFIP más activos. Finalmente, se mejorará la infraestructura edilicia buscando fondos externos, y reduciendo los gastos en infraestructura o mantenimiento que actualmente otros institutos UBA-CONICET ya comparten entre sí o con la UBA.

Dentro de las líneas de investigación preexistentes, podemos identificar cuatro grandes áreas que ameritan describir acciones particulares:

- 1) Física de descargas eléctricas: Esta es un área amplia de investigación del INFIP que tiene gran potencialidad para desarrollar actividades de transferencia. Sus aplicaciones incluyen el tratamiento de superficies, el recubrimiento de materiales por deposición, la producción de películas de carbono, y el desarrollo de técnicas de corte y micro-fabricación. En el área de descargas eléctricas a presión atmosférica se trabaja en el desarrollo de dispositivos para la generación de plasma no térmico con aplicaciones en el tratamiento de superficies y remediación de gases y aguas contaminadas. Esta área debe ser apoyada ya que corresponde a física aplicada de interés y con posible transferencia tecnológica. Se apoyará la búsqueda de fondos para adquirir nuevos equipamientos, y se buscará identificar áreas afines que fortalezcan los temas de investigación desarrollados por los investigadores en estos temas.
- 2) Sistemas complejos, biofísica y electroporación: En los últimos años el INFIP dio lugar de trabajo a un grupo de investigadores en temas afines a estas áreas, y vale la pena destacar que los investigadores jóvenes en estos temas generan un número interesante de publicaciones. Los institutos UBA-CONICET cercanos al INFIP también cuentan con grupos temáticamente afines. Se apoyará la generación de diálogo y colaboraciones con otros grupos, que permitan potencial las líneas de trabajo en estos temas.
- 3) Física de plasmas espaciales y astrofísicos: Esta área tiene un gran desarrollo a nivel internacional con experimentos de laboratorio [4] y con datos provenientes de misiones espaciales [5]. Como resultado ha sufrido cambios en los últimos años que enfocaron los problemas en cuestiones prácticas como el “pronóstico” del estado del medio interplanetario (con aplicaciones en comunicaciones), o en cuestiones de física básica como el origen de campos magnéticos generados en forma auto-sostenida por plasmas. Esta área puede potenciarse rápidamente, invitando también a investigadores en temas afines a cambiar afiliación institucional al INFIP.

- 4) Dinámica de fluidos: La dinámica de fluidos juega un rol importante en el estudio de la física de plasmas, ya que en las escalas mas grandes los plasmas son usualmente estudiados utilizando una descripción de fluidos (ya sea como un fluido conductor, o como un fluido con múltiples especies). Se buscará aumentar la investigación en el área, especialmente en temas experimentales. Con dicho fin se buscará absorber investigadores actualmente en otros institutos (como Pablo Dmitruk y Pablo Cobelli del IFIBA), para proveer al INFIP con un mayor número de investigadores en el área. Esta área también forma parte del núcleo de temas que unen la física básica con la interdisciplina, y permitirá la expansión de las incumbencias del INFIP.

2. Expandir armónicamente las incumbencias del INFIP hacia la física interdisciplinaria: Por las razones mencionadas arriba, el INFIP debería como mínimo duplicar el numero de sus investigadores en un futuro cercano. Y considerando que el INFIP necesita una misión que lo distinga de otros institutos cercanos y con temáticas muy afines (a modo de ejemplo, a pocos metros el IAFE cuenta con un grupo de plasmas astrofísicos, y realiza activamente investigación en física espacial), es natural pensar que el INFIP debería expandir sus incumbencias hacia la física interdisciplinaria y aplicada, funcionando como nexo entre estos institutos.

Por un lado, la elección es natural considerando que algunas de las áreas de investigación (específicamente en física de plasmas y de fluidos, y en el grupo de electroporación) ya corresponden a esta temática, y también considerando que grupos en áreas afines en otros institutos y en el Departamento de Física de la FCEN pueden iniciar colaboraciones rápidamente con el INFIP en este tema. Por otro lado, la elección también es natural en vista a los institutos UBA-CONICET que se encuentran cercanos al INFIP, y el rol que el INFIP puede tener apoyando el desarrollo de esta temática. La expansión de las incumbencias debe hacerse en forma armónica, y buscando vínculos conductores entre los temas de investigación de los investigadores en el instituto. Esto debe ser así para no poner al instituto en una situación en la que carezca de una misión clara, en la que disputas temáticas internas frenen su crecimiento, o en la que una falta de política científica clara evite que el instituto consiga nuevas fuentes de financiamiento.

Las acciones y temas propuestos en el plan permiten alcanzar el objetivo particular de duplicar el número de investigadores en un futuro cercano, en base a investigadores en temas afines en otras instituciones del país, y fortalecer la física interdisciplinaria y aplicada, para luego en años siguientes buscar investigadores jóvenes de primer nivel

(por ejemplo, realizando postdocs en el extranjero) que estén interesados en retornar a la Argentina y a trabajar en el instituto.

3. Generar sinergia entre física aplicada y tecnología: Parafraseando a Abdus Salam [6], ciencia aplicada y tecnología no son lo mismo. En particular, siguiendo a la misma fuente debe distinguirse entre transferencia tecnológica y transferencia científica. Algunas de las aplicaciones mencionadas más arriba tienen el potencial de transferirse en la forma de *transferencia científica* (es decir, desde el conocimiento básico o aplicado hasta el desarrollo tecnológico, ya sea a través de patentes o de convenios como STANs del CONICET). Sin embargo, este tipo de actividades han resultado en muchos casos difíciles y tortuosas aún con los esfuerzos del CONICET y de la UBA por incentivarlas. Mas aún, cuando se compara la producción (por ejemplo, de patentes) de la Argentina con la de otros países, se encuentra que el número de *papers* que generan una patente (aún limitando la estadística a publicaciones en temas de ciencia básica) es significativamente menor en nuestro país, y que muchas veces en países desarrollados las patentes citan publicaciones producidas por países en desarrollo [7,8].

Para mejorar esta situación se generará una oficina de transferencia en el INFIP, que activamente revise la producción científica del instituto, detecte posibles patentes, y funcione de nexo entre los investigadores, el CONICET, y las industrias, no solo para las patentes sino para identificar posibles STANs, asesorar y acompañar sus trámites, etc. Esta oficina se implementaría con un CPA, que debe tener un perfil que puede ser el de un científico (es decir, idealmente con un doctorado) que haya pasado de la academia a la gestión o coordinación de programas de transferencia, o el de un abogado o contador con conocimientos del sistema de patentes y con interés por la innovación científica y tecnológica. De poder identificar una persona con características similares, esta oficina podría además brindar servicios a los demás institutos UBA-CONICET en el mismo ámbito, como el organizar actividades de difusión y de discusión con la industria.

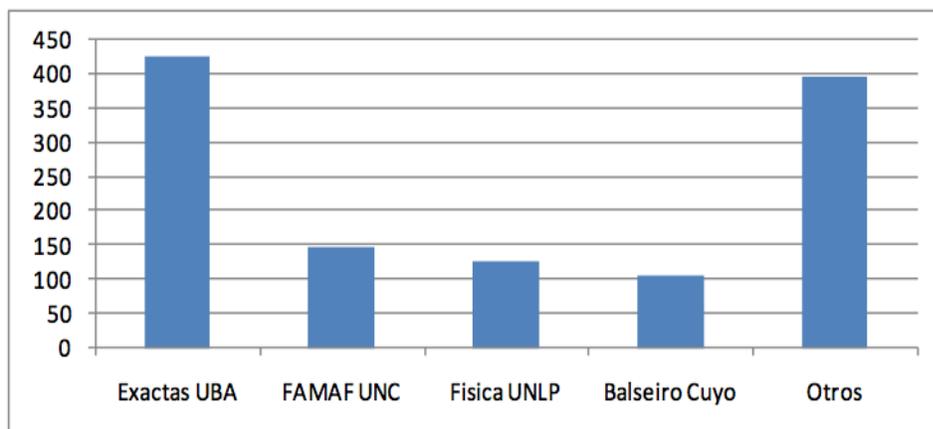


Figura 2: Principales centros de formación de físicos en el país, con el número de egresados acumulados entre 2003 y 2012 según el informe "Estado y perspectivas de las ciencias exactas, físicas y naturales en la Argentina" redactado por las Academias de Ciencias [9].

4. Aumentar la formación de recursos humanos: El INFIP nació como un laboratorio del Departamento de Física de la FCEN y tiene fuertes vínculos con ese departamento. Esto le permite cumplir un rol importante formando recursos humanos. Esto es claro al ver la cantidad de doctorandos que tuvieron lugar de trabajo en el INFIP en los últimos años. El Departamento de Física de la FCEN tiene actualmente mas de 1000 estudiantes de grado en la Licenciatura en Ciencias Físicas, y un Doctorado en Ciencias Físicas con mas de 120 doctorandos. En total, el Departamento generó el 33% de los recursos humanos en el área de física en el período 2003-2012 (según un informe de las Academias de Ciencias [10], ver la Fig. 2). A esto se suman otros departamentos docentes en temas afines en el ámbito de la FCEN, como el Departamento de Computación, de Matemática, de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, y la recientemente creada Licenciatura en Ciencia de Datos. Considerando la proximidad con estas instituciones, y la cantidad de estudiantes involucrados, el INFIP debe aumentar la formación de recursos humanos, especialmente como lugar de trabajo de doctorandos. Con este fin se buscará aumentar la visibilidad y el acceso de estudiantes al instituto, compartir actividades de divulgación, coloquios y actividades científicas con instituciones cercanas, y realizar obras para atraer mas estudiantes a realizar su doctorado en el INFIP.

REFERENCIAS

- [1] Página web del INFIP, <http://www.lfp.uba.ar/es/index.php>
- [2] Datos en SCOPUS, <https://www.scopus.com/affil/profile.uri?afid=60092020>
- [3] Página web de SCIMAGO, <https://www.scimagojr.com/>
- [4] “Experimental dynamos and the dynamics of planetary cores”, P. Olson, Annual Review of Earth and Planetary Sciences **41**, 153 (2013).
- [5] “Alfvénic waves with sufficient energy to power the quiet solar corona and fast solar wind”, S.W. McIntosh et al., Nature **475**, 477 (2011).
- [6] “Ideals and Realities: Selected Essays of Abdus Salam”, A. Salam, World Scientific (3^{ra} edición, 1989).
- [7] “Patents from papers both basic and applied”, B. Wible, Science **356**, 37 (2017).
- [8] “The dual frontier: Patented inventions and prior scientific advance”, M. Ahmadpoor y B.F. Jones, Science **357**, 583 (2017).
- [9] “Estado y perspectivas de las ciencias exactas, físicas y naturales en la Argentina”, Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN) y Academia Nacional de Ciencias (ANC) (2015). Informe completo disponible en: https://www.anc-argentina.org.ar/wp-content/uploads/sites/36/2017/08/1_Proyecto_2015.pdf