

Informe de la Red Disciplinar

“Informática y Comunicaciones”

CONICET

Autores (en orden alfabético)

Analía Amandi

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs.Aires (UNICEN), Tandil

Carlos Chesñevar

Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (ICIC CONICET UNS), Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

Paula Fernández Lopes

CONICET Sede Central (asistente técnica para la generación de indicadores), Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Marcelo Frias

Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Cecilia Galarza

Centro De Simulación Computacional Para Aplicaciones Tecnológicas (CSC), Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Mariela Goldberg

CONICET Sede Central (asistente técnica para la generación de indicadores), Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Pablo Granitto

Centro Internacional Franco-Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas (CIFASIS CONICET-UNR), Rosario.

Gabriela Henning (Coordinadora)

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC CONICET UNL), Santa Fe

Laura Leff

CONICET, Coordinadora técnica de la Red de Informática y Comunicaciones. Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Diego Milone

*Instituto de Investigación en Señales, Sistemas e Inteligencia Computacional (*sinc(i)* CONICET-UNL), Santa Fe*

Sebastián Uchitel

Instituto de Ciencias de la Computación (ICC CONICET UBA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Alejandro Zunino

Instituto Superior de Ingeniería de Software de Tandil (ISISTAN CONICET UNICEN), Tandil

Previamente a adentrarnos en la descripción del análisis realizado por esta Comisión, es importante destacar el contexto histórico en el cual el mismo fue realizado. Este documento fue escrito en reuniones realizadas entre los meses de marzo y noviembre de 2018. Éste fue un período de profunda preocupación para los Miembros de la Comunidad Científica, Tecnológica y de Innovación pues, durante el mismo, el otrora Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva fue degradado a la categoría de Secretaría, y colocado bajo la órbita del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. La mayoría de los Miembros de esta Comisión participamos del abrazo simbólico al ex Ministerio que se realizó el 3 de septiembre, como muestra de nuestra preocupación por el futuro del Sistema Científico, Tecnológico y de Innovación.

Un tiempo importante de las reuniones fue dedicado por ello a discutir la coyuntura política en la cual se desarrollaba el análisis, y hemos tratado de ser muy cuidadosos en que del mismo surjan herramientas que permitan al Directorio del CONICET requerir las partidas presupuestarias que permitan a la Disciplina crecer en el marco de calidad que siempre ha caracterizado al CONICET.

Consideraciones Generales

Los avances en las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) logrados en las últimas décadas han impulsado los profundos cambios que está experimentando la sociedad a nivel mundial. Estas tecnologías penetran en todos los aspectos de la vida y se han constituido en el motor de la innovación. En efecto, los importantes avances que actualmente se logran en otros campos, como la biología, la medicina, y el comercio, no hubieran sido posibles sin la participación de las TICs en la transmisión, manejo, y procesamiento de la información. Por ejemplo, ya en 2007, el 80% de las innovaciones de Alemania en relación a industria automotriz, tecnología médica y logística estaban basadas en innovaciones en TIC (BMBF, 2007). De acuerdo a la Comisión Europea (EC-ICT, 2015) la economía digital se expande con una velocidad siete veces mayor que el resto de la economía, con una tasa de crecimiento del 12% anual en Europa. De acuerdo a un informe del Parlamento Europeo el sector TIC tuvo un nivel de ocupación de 8,2 millones de puestos de trabajo en 2016 en este continente, crea un promedio de 120.000 nuevos puestos de trabajo cada año, previendo un faltante de 900.000 trabajadores calificados para 2020 (Europarl, 2018a).

Se estima, además, que en el continente europeo la mitad del aumento de la productividad se ha derivado de la inversión en TIC (EC-DA, 2018). Esta inversión ha sido muy fuerte en Europa y en Norteamérica, y más aún en países asiáticos. Por ejemplo, el Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea destinó a las TIC un presupuesto de 9 billones de Euros (2007-2013). Esta inversión ha aumentado un 25% dentro del Programa Horizonte 2020, repartiéndose en un amplio espectro de iniciativas, que van desde la investigación básica a la aplicación tecnológica. Europa desarrolló ya en 2010 una agenda digital, la cual se revisa periódicamente debido a la gran dinámica del sector.

Argentina no ha tenido políticas de estado de apoyo al sector tan fuertes como los países asiáticos y europeos. No obstante, se destaca que en el año 2003 se sancionó la Ley 25856 que declaró que la producción de software es asimilable a otras producciones industriales. Con esa ley se abrió la posibilidad que el sector resultara beneficiado por la Ley 25.922, promulgada en 2004 (Ley de Promoción de la Industria del Software), cuya vigencia inicial fue prorrogada por cinco años adicionales en 2011 (Ley 26.692), haciéndose extensiva hasta diciembre de 2019.

De acuerdo al Reporte de Datos 2017 de la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos (CESSI, 2018), elaborado en base a información proporcionada por el Observatorio Permanente de la Industria de Software y Servicios Informáticos (OPSSI), la industria de Software y Servicios Informáticos (SSI) sigue en continuo crecimiento. En 2017 se emplearon en este ámbito un total de 96.400 personas, un número por demás significativo que resulta mayor al que emplea la industria automotriz en forma directa. En este año la industria incorporó en forma registrada a tres mil nuevos profesionales, quedando aproximadamente

seis mil posiciones sin cubrir por no contar con una oferta suficiente de profesionales calificados. Cabe acotar que dado que el informe sólo contempla personal registrado, debería sumarse un número significativo de trabajadores no registrados, ya que la modalidad *freelance* es muy común en la disciplina. En 2017 el sector SSI argentino tuvo ventas totales por \$64.500 millones (incluyendo ventas al exterior) y sus exportaciones alcanzaron un valor récord de USD 1.700 millones. Estados Unidos continúa siendo el principal destino de las exportaciones, con un 48,6% de los ingresos desde el exterior generados por el sector. Lo siguen Uruguay, Chile y México (entre el 7% y el 10% de las exportaciones respectivamente). Las expectativas de crecimiento para el corriente año (2018) que se consignan en este informe son del 13%. Debe destacarse que el régimen de promoción de la industria del software ha sido sumamente exitoso pues en 2014 las exportaciones eran sólo de USD 140 millones.

Se destacan así las perspectivas de constante progreso, importancia y dinámica del sector TIC en el país. CONICET debería acompañar este crecimiento de la disciplina, con una posición de liderazgo, tanto en la generación de conocimiento y formación de recursos humanos altamente calificados, como en la promoción de los procesos de apropiación económica y social del conocimiento. Sin embargo, como se desprende del contenido de las distintas secciones del presente documento, este acompañamiento ha sido insuficiente para poder alcanzar una masa crítica, que le permita a CONICET asumir/ejercer un rol protagónico en este proceso. Se puede concluir, por una parte, que el desarrollo de la disciplina en CONICET no ha tenido un paralelo con el crecimiento de la industria del software y los servicios informáticos. Tampoco ha podido estar a la altura de las demandas que impone hoy la sociedad a áreas del conocimiento tan transversales como son la informática y las comunicaciones, cuyos avances deberían permear en todos los sectores industriales, en el agro, la salud, la educación, el transporte y la logística en general, entre otros.

1.- DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Dimensión 1.A: PERSONAL CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Carrera del Investigador

Para el desarrollo de este eje se trabajó sobre la información referida a 202 investigadores de CONICET que desarrollan líneas de investigación en la disciplina Informática y Comunicaciones. En virtud de la heterogeneidad respecto a algunas temáticas, se decidió conformar dos grupos, a efectos de lograr un mejor análisis:

- Un Grupo *Núcleo*, que corresponde a los 145 investigadores del CONICET que a diciembre de 2017 reportaban efectivamente al área KA4 (Comisión de Informática y Comunicaciones).
- Un Grupo *Ampliado*, de 202 investigadores, que fueron identificados individualmente, distribuidos como se advierte en la Tabla I.

Tabla I. Distribución del Grupo Ampliado de investigadores que conforman el universo de estudio (Datos del año 2017)

Comisión	Investigadores	Porcentaje
Informática y Comunicaciones	145	71.8%
Ingeniería Civil, Eléctrica, Mecánica e Ingenierías Relacionadas	23	11.3%
Matemática	22	10.9%
Desarrollo Tecnológico y Social, Proyectos Complejos	12	6.0%

A partir del relevamiento realizado por la Comisión Disciplinar, se identificó que el Grupo Ampliado sólo constituye el 2% de los investigadores del CONICET. Dentro de la Gran Área KA, de Ciencias Agrarias, de las Ingenierías y los materiales, los investigadores del Grupo Núcleo representan únicamente un 6,5%, constituyendo el porcentaje más pequeño de la misma. Dicho valor contrasta fuertemente con el 35,7% de Ingeniería en Procesos Industriales, o el 25,2% de Ciencias Agrarias. Asimismo, se observa que la mayor parte de los investigadores desarrolla su labor en instituciones de la red de CONICET (en el caso del Grupo Ampliado un 64,4% de los investigadores se encuadra en esta situación, y en el caso del Grupo Núcleo el porcentaje se incrementa al 69,7%)

Distribución Geográfica y Políticas de Federalización

Al analizar la distribución geográfica de los investigadores CONICET del Grupo Ampliado puede observarse una alta concentración, dado que el 84% de éstos se encuentran radicados en sólo 3 provincias (Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba) y la CABA. Esta situación se puede apreciar en mayor detalle en la Tabla 2:

Tabla 2. Distribución del Grupo Ampliado de investigadores según provincia.
(Datos del año 2017 en orden decreciente)



Provincia	Total	En %
Total	202	100,0%
Buenos Aires	68	33,7%
Capital Federal	45	22,3%
Santa Fe	35	17,3%
Córdoba	22	10,9%
San Juan	7	3,5%
Mendoza	5	2,5%
Río Negro	5	2,5%
Neuquén	3	1,5%
San Luis	3	1,5%
Entre Ríos	2	1,0%
Chaco	1	0,5%
Chubut	1	0,5%
Corrientes	1	0,5%
La Pampa	1	0,5%
Salta	1	0,5%
Santa Cruz	1	0,5%
Tucumán	1	0,5%
Catamarca	0	0,0%
Corrientes	0	0,0%
Formosa	0	0,0%
Jujuy	0	0,0%
La Pampa	0	0,0%
La Rioja	0	0,00%
Misiones	0	0,00%

Como en todas las disciplinas, sería deseable que esta situación se revierta gradualmente a través de políticas específicas. Sin embargo, este objetivo se debería conseguir sin perjudicar la consolidación de los grupos existentes, que de por sí ya son pequeños, en consonancia con toda la disciplina, y sin atomizar los nuevos recursos humanos que se incorporen, ya que los investigadores aislados en contextos poco favorables han tenido muy limitado desarrollo.

Se discute que el conurbano bonaerense necesita una política especial, diferente al resto de las áreas de vacancia geográfica. Algunos miembros de la comisión que elaboró este informe postulan que el conurbano no debería tener una política de promoción, porque, dada su integración geográfica con la CABA, los recursos terminan volviendo a las instituciones con trayectoria, mientras que otros consideran que la situación es totalmente diferente en las universidades del conurbano en virtud de su reciente creación, su población de influencia y la necesidad de fortalecer las carreras de grado.

La política de ingresos en la línea de fortalecimiento en I+D+I, implementada en el año 2018¹, no parece proveer una solución a la concentración geográfica, ya que más de la mitad de los ingresos solicitados para el área de informática corresponden a zonas geográficas con alta concentración de investigadores. Tampoco se advierten lineamientos que tiendan a que, en universidades con escaso desarrollo, se constituyan grupos con una masa crítica mínima en una determinada temática y se evite la incorporación de investigadores que trabajen en forma aislada.

Composición de la población de la Carrera del Investigador Científico-Tecnológico (CIC) de la disciplina

Uno de los aspectos positivos de la población de investigadores en la disciplina es su juventud. En efecto, la pirámide de población del Grupo Núcleo es sensiblemente más joven que la del CONICET en su conjunto, con una mayor proporción de investigadores menores de 40 años, y una alta concentración de éstos en la categoría asistente, tal como puede apreciarse en las Tablas 3 y 4. Este patrón es algo menos acentuado cuando se tienen en consideración los 202 investigadores del Grupo Ampliado. En la Tabla 4 se puede apreciar que la pirámide poblacional, en términos de edades, ya no tiene una forma apropiada para una disciplina joven y en crecimiento. En el segmento de 30-39 años se observan porcentajes con sólo un punto de diferencia a los del rango 40-49, lo que indica un claro estancamiento del crecimiento. Esto representa un riesgo grave, especialmente para una disciplina que, como se destacó antes, es la más pequeña de su gran área y tiene menos del 2% de los investigadores de todo CONICET.

Tabla 3. Porcentaje de investigadores del Grupo Ampliado de Informática, del Grupo Núcleo y del total de CONICET, según Categoría (Año 2017)

Escalafón	Grupo Ampliado	Grupo Núcleo	Total CONICET
Asistente	31,19%	42,76%	30,90%
Adjunto	39,11%	31,03%	33,77%
Independiente	20,30%	15,86%	23,11%
Principal	9,41%	10,34%	10,22%
Superior	0,00%	0,00%	2,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

¹ Esta referencia corresponde a la política de fortalecimiento, a partir de la cual se abrió una convocatoria a 150 cargos de investigador en distintas Universidades del país que poseen escasa representación en CONICET (Res. D-1643/2018).
[\(<https://convocatorias.conicet.gov.ar/fortalecimiento-en-idi>\)](https://convocatorias.conicet.gov.ar/fortalecimiento-en-idi)

Tabla 4. Porcentaje de investigadores del Grupo Ampliado de Informática, del Grupo Núcleo y del total de CONICET, según grupo de edad (Año 2017)

Rango de Edad	Grupo Ampliado	Grupo Núcleo	Total CONICET
30-39	42,1%	44%	30%
40-49	41,6%	43%	41%
50-59	11,4%	8%	19%
60 y más	5,0%	4%	9%
Total	100,0%	100%	100%

Tanto en el Grupo Ampliado como en el Grupo Núcleo se observa un fuerte desequilibrio en la cantidad de integrantes varones en relación a las integrantes mujeres, en detrimento de estas últimas. Al analizar la conformación del Grupo Ampliado en 2017 se puede observar que sólo el 24% son mujeres. Se aprecia un valor similar si se restringe el análisis al Grupo Núcleo. No obstante, se destaca que este desbalance es menos pronunciado que el observado entre los estudiantes y graduados de Carreras de Informática, ya que según datos obtenidos a partir de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación, la cantidad de egresadas mujeres fue inferior al 20% entre 2014 y 2016.

Lamentablemente, este estado de situación pareciera no poder revertirse en el corto plazo, en virtud que entre los postulantes e ingresantes el predominio masculino es aún más alto. Las postulaciones e ingresos a CIC de mujeres son notoriamente inferiores respecto a las cifras reportadas para el total de CONICET, tal como se puede apreciar en la Tabla 5.

Tabla 5. Porcentaje de mujeres postulantes y aprobadas a la CICyT. Informática y el total del CONICET (período 2012-2017)

Año 2017	% DE MUJERES	
	INFORMÁTICA	Total CONICET
POSTULANTES	19,2%	59,4%
INGRESANTES	11,8%	56,7%

El bajo número de mujeres postulantes a la CIC en temáticas de TIC guarda estrecha relación con el muy reducido número de interesadas en seguir tanto estudios de grado como de posgrado en la disciplina. Con relación a la problemática de género en los estudios de grado en

este documento se hace un análisis más detallado en la dimensión becarios, en la sección correspondiente a estudios de grado. Lamentablemente, se concluye que las tendencias que ocurren en Argentina son similares a las que se advierten a nivel global, fenómeno que causa mucha preocupación. La falta de datos vinculados a estudios de posgrado y la problemática de género en el país impidió hacer un análisis cuantitativo al respecto, aunque nada hace prever que haya diferencias con relación a las tendencias que se observan en los estudios de grado. De hecho, se teme que ocurra el mismo patrón que se detecta a nivel mundial, cuando las mujeres que poseen estudios de grado y/o posgrado en TIC (que de por sí ya constituyen un número muy reducido), son desalentadas o deciden no proseguir con sus carreras profesionales o científicas (André y Bona, 2018) debido a menores oportunidades, retribuciones más bajas, etc.

La baja representación femenina que se advierte en la Carrera del Investigador Científico es muy probable que se manifieste de igual forma en el sector privado del país. Lamentablemente, el informe de CESSI (2018) no realiza ningún tipo de análisis al respecto. Sin embargo, un reporte del Parlamento Europeo (Europarl, 2018a) señala que de las 8,2 millones de personas empleadas como especialistas en el sector TIC en Europa en el año 2016, sólo el 16.7% eran mujeres. El mismo informe advierte que las mujeres ganan, en promedio, 18,9% menos que los empleados varones y que ocupan sólo el 19% de las posiciones gerenciales, cuando en otros sectores la participación femenina en puestos de similar nivel es del 45%. El Parlamento Europeo ha manifestado desde hace tiempo su preocupación sobre esta disparidad (Europarl, 2012), entendiendo que no sólo es una cuestión de justicia social hacia las mujeres lograr condiciones de igualdad y promover una mayor participación, sino que es una necesidad económica, en virtud de las enormes faltantes de personal que posee el sector TIC. Esta Comisión entiende que puede hacerse un paralelo con la Carrera del Investigador Científico del CONICET en el área de TIC, en la cual hace falta incorporar muchos más miembros para lograr una masa crítica razonable, acorde a las necesidades del país. En una disciplina que necesita de una mayor cantidad de personas para satisfacer las necesidades de mercado y cubrir vacancias en investigación, resulta paradójico que una parte importante del universo de posibles postulantes se pierda porque la elección ya fue hecha mucho antes. En efecto, diversos estudios (EIGE, 2018; André y Bona, 2018) afirman que la mayor parte de la población femenina no consideró a la informática entre sus opciones al elegir su carrera de grado.

Carrera del Personal de Apoyo

En todo el país, hay sólo 8 (ocho) miembros de la Carrera del Personal de Apoyo (CPA), que desempeñan sus funciones en el área disciplinar, uno de ellos con licencia de largo plazo por cargo de mayor jerarquía. En consecuencia, la relación entre el número de profesionales de apoyo y el de investigadores que trabajan en la disciplina es de sólo 0,05 % si se toma como punto de referencia el Grupo Núcleo.

Además de su muy bajo número, los profesionales se encuentran concentrados en sólo tres de las seis UUEE exclusivas de Informática y Comunicaciones. Considerando que, según datos de 2017, en estas UUEE trabajan 98 investigadores, la relación entre el número de personas pertenecientes a la CPA y el número de investigadores resulta igual a 6.4%, un valor extremadamente bajo para los institutos del CONICET. Es importante recalcar que tres de los seis institutos citados en la introducción de este documento no cuentan con ningún cargo ocupado por miembros de la CPA, y dos de ellos no tienen ni siquiera personal administrativo.

A esta importante carencia de personal de apoyo para dar soporte a tareas de investigación y transferencia tecnológica, se agregan demoras en los procesos administrativos vinculados a la efectivización de los pocos ingresos de CPA que se han otorgado, los cuales superan largamente un año, y en algunos casos dos. Este retraso administrativo no es un problema menor, en virtud que los candidatos a desempeñarse en un cargo de CPA son altamente demandados por el sector privado, que a su vez posee ofertas de trabajo muy atractivas desde lo temático y paga salarios significativamente mayores. En virtud de este fuerte desequilibrio que existe entre el sector privado y la academia, CONICET debería implementar políticas de promoción como la que está vigente en la Administración Pública Nacional, que permite pagar salarios diferenciados al personal informático.

Esta Comisión entiende que si se pretende que la disciplina se consolide y, además, se fortalezcan las acciones de transferencia tecnológica al medio socio-productivo, el número de integrantes de la CPA debería incrementarse significativamente y dotarse a todas las unidades ejecutoras de una masa mínima. Asimismo, se destaca que en algunos Proyectos de Unidad Ejecutora (PUE) que se encuentran en curso, el personal de apoyo juega un rol central y la falta de éste puede atentar contra el éxito de los mismos.

En efecto, como se aprecia en el esquema conceptual de la Figura 1, los integrantes de la CPA que trabajan en la disciplina son profesionales con capacidades técnicas específicas, que los habilita a desempeñar roles indispensables. Además de la importancia del soporte que deberían prestar a las tareas de investigación en sí mismas, poseen un papel central en los procesos de transformación de pruebas de concepto y prototipos académicos que surgen de la labor de investigación, en prototipos transferibles al sector industrial, y por otro, son nexos importantes en los procesos de transferencia tecnológica que se asocian a la productización.

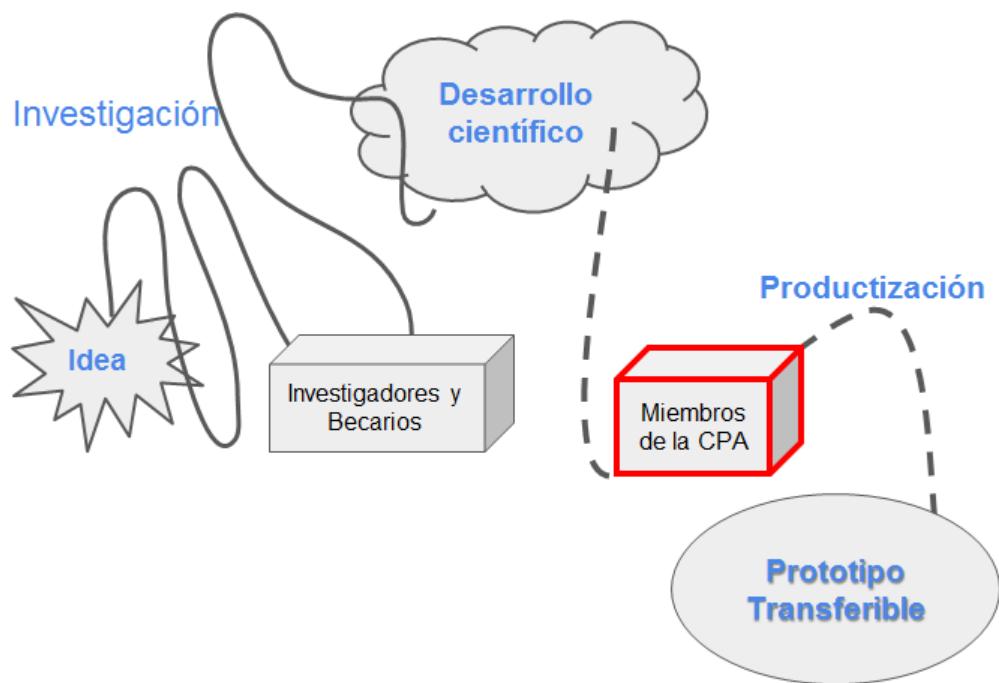


Figura 1. Rol de los integrantes de la Carrera del Personal de Apoyo en los procesos de desarrollo de prototipos con capacidad de ser transferidos al sector industrial, gobiernos locales, provinciales y nacionales, etc.

FODA Dimensión 1.A: Personal Científico y Tecnológico

Fortalezas:

Recursos humanos con diferentes formaciones de origen y capacidades que convergen en la disciplina.

Buena proporción de investigadores jóvenes.

En la mayoría de las subdisciplinas se puede investigar con estándares internacionales de primer nivel, fundamentalmente en base a las capacidades de los recursos humanos, sin requerir grandes inversiones en equipamiento o infraestructura.

Debilidades:

La disciplina representa sólo el 2% del total de investigadores del CONICET, situación que no se condice con la importancia socio-económica que actualmente posee el sector en el país y en el mundo, y más aún, con las proyecciones de crecimiento existentes.

Reducción en el número de investigadores que ingresan a la CIC en los últimos dos años. La insuficiente tasa de crecimiento impide que el CONICET pueda tener un rol protagónico en las transformaciones sociales y productivas asociadas a las TICs en nuestro país.

La reducción en tasa de crecimiento de la población de los últimos años ha impactado en la pirámide etaria que posee porcentajes similares de investigadores en los segmentos de 30-39 y 40-49 años de edad.

Ausencia casi total de personal perteneciente a la Carrera del profesional de apoyo para dar soporte a líneas de investigación y posibilitar acciones de vinculación tecnológica.

Bajos ingresos comparados con los salarios pagados en los sectores privado y público a profesionales de informática y comunicaciones.

Alta concentración geográfica de investigadores en la zona pampeana.

Baja representatividad femenina en todos los niveles de la pirámide.

Amenazas:

Competencia muy desigual con empresas de software y servicios informáticos que ofrecen altos salarios relativos para trabajos no rutinarios.

Captación de personal calificado por parte de otros organismos públicos, nacionales, provinciales y municipales que ofrecen mejores salarios.

Políticas gubernamentales insuficientes y/o poco efectivas para favorecer el desarrollo científico.

Oportunidades:

Importancia socio-económica indiscutida de la disciplina que debería motorizar mayores interacciones público-privadas y públicas-públicas para conducir proyectos de I+D y vinculación tecnológica.

Percepción social de la relevancia de la disciplina.

Existencia de temas motivantes para atraer recursos humanos.

Posibilidad de desarrollar políticas activas coordinadas con diversas instituciones para aumentar el número de mujeres investigadoras en TICs.

Recomendaciones: Se considera prioritario estimular la captación y permanencia de investigadores a través de una mejora de salarios y cargos disponibles. Muchos becarios deciden no postular a la CIC debido a la perspectiva de percibir magros sueldos, mismo luego de finalizado el doctorado; también se dan casos de investigadores que mueven al ámbito

privado por la misma causa. Para revertir esta tendencia se sugiere la implementación del suplemento que se brinda en otras áreas de estado, y en el seno del mismo CONICET, para el personal de informática y comunicaciones (Resolución 99/93 del Ministerio de Economía).

Dimensión 1.B: BECARIOS

El análisis de la formación de becarios doctorales tiene como punto de partida el análisis de los egresados de las carreras universitarias relacionadas con la disciplina. Por ello, el desarrollo de esta dimensión comienza por un análisis de estas carreras, sus ingresantes, graduados y distintos aspectos de género.

Carreras de grado

Se examinó información brindada por la SPU (Ver Anexo I) respecto de los egresados de las carreras de computación y sistemas, incluyendo tanto Ingenierías como Licenciaturas. No se incluyó a los graduados de las carreras de Ingeniería electrónica, de los cuales sólo algunos podrían ser candidatos a becas en temáticas de informática y comunicaciones.

Los datos analizados indican que en el último quinquenio se produjo un sostenido descenso del número de egresados (Ver Cuadro 1 y Gráfico 1 del anexo). Este fenómeno probablemente se asocie a varios factores, tales como la existencia de carreras terciarias cortas, una menor tasa de ingreso en las carreras universitarias de grado en Ingeniería y áreas relacionadas y el hecho de que muchos estudiantes no culminen sus carreras al ser absorbidos laboralmente por la pujante industria del desarrollo de software. Esta tendencia va en sentido contrario a la que se produce en otros países del mundo (HESA-UK, 2018).

Como dato significativo, puede notarse que en el período 2008-2016 el número de egresados de carreras de Informática, con mínimas oscilaciones, fue disminuyendo progresivamente, pasando de representar un máximo del 2,57% del total de egresados en 2008 (2442 graduados) a corresponderse con el 1,55% en 2016 (1928 graduados). Se considera que esta situación es preocupante y requiere una discusión profunda acerca de la duración de las carreras y los métodos didácticos empleados en las mismas. Sería deseable que CONICET participe cuando se lo convoque desde la cartera de educación nacional y/o desde los ministerios provinciales.

Asimismo, se considera sumamente importante desarrollar políticas activas para atraer más alumnos y desarrollar habilidades ligadas a las disciplinas STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) en forma temprana. De acuerdo a un informe reciente (Bonder, 2018), las políticas y sus acciones deberían focalizarse durante la educación inicial, que es donde se produce un primer acercamiento formal a estos campos. Como ya se mencionara, las decisiones acerca de qué carreras universitarias configuran el abanico de posibilidades de los estudiantes, ya están tomadas por éstos en los primeros años de la educación secundaria. Por ello, las vocaciones STEM deberían despertarse mucho antes. En esta labor de estimulación deberían participar los miembros del CONICET de la disciplina, a través del diseño de actividades específicas.

Existen, asimismo, diferencias significativas en torno al género, ya que el 18,7% de los egresados del 2016 fueron mujeres. Cabe señalar que la baja proporción de mujeres en el ámbito nacional es un patrón relativamente reciente y observable en las últimas dos décadas, que se ha incrementado en los últimos años y se repite también a nivel global. Mientras en 2006 aproximadamente el 26% de los graduados fueron mujeres, esta cifra cayó al 18,7% en 2016. El fenómeno que se advierte es una reducción del interés de las mujeres en estudiar carreras STEM, que origina una disminución del número de inscriptas y, por consiguiente, una baja en el de graduadas. Este hallazgo también se da en otros países, con énfasis en TIC. A modo de ejemplo, se hace notar la situación de EE.UU, donde la inscripción de mujeres en carreras de ciencias de computación experimentó una disminución del 10% desde el año 2000 al 2014, período en el cual la proporción de mujeres que obtuvieron un grado de *Bachelor* en Ciencias e Ingeniería se mantuvo constante (NSF, 2014a). Si el análisis se realiza sobre la población de graduados en carreras de grado en Ciencias de Computación, los datos son aún

más desalentadores. Mientras en el año 2000 obtuvieron su grado de *Bachelor* 10522 mujeres y 37519 varones, en 2011 el número de mujeres se redujo a 7700 y el de varones aumentó a 43,586 (NSF, 2014b). La situación en Europa tampoco es diferente, ya que un informe del Parlamento Europeo (Europarl, 2018a) da cuenta que en 2015, sólo el 17,2% de los estudiantes de carreras TIC eran mujeres.

En los últimos años esta temática ha sido motivo de investigación por parte de investigadores de Cs. Sociales y Cs. de la Computación, tanto en el mundo como en el país (Baird, 2018; Europarl, 2018b; HESA-UK, 2018; Lehman y colab., 2017; Vardi, 2018). Han surgido acciones específicas, de acción afirmativa, tales como el programa Outreachy de GNOME, (www.outreachy.org) orientados a mujeres y otros grupos minoritarios (Martínez de la Cruz y Chesñevar, 2013), y se han reportado casos modelos de las empresas europeas Motorola Poland, RTÉ, Telia Sonera y los institutos Fraunhofer (Europarl, 2012). A ellos se suman las recomendaciones de buenas prácticas promovidas por el Parlamento Europeo (Europarl, 2018b).

En nuestro país la Fundación Sadosky, con auspicio del ex-MINCYT, también ha realizado un relevamiento sobre las mujeres en el ámbito de Cs. de la Computación (Sadosky, 2014), particularmente a partir de la representatividad de la disciplina en escuelas secundarias del conurbano. En dicho informe se concluye que las representaciones sociales que alejan a las mujeres de la disciplina se hallan en buena medida ya estabilizadas en la adolescencia, tanto entre los varones, como entre las mujeres. Este hallazgo coincide con lo reportado en el informe de la Cátedra Regional UNESCO, Mujer, Ciencia y Tecnología (Bonder, 2018), que focalizó su análisis en un grupo etario de 6 a 10 años, y en los docentes de dichos estudiantes, por considerar que en esa fase de la vida se gestan las primeras afinidades, habilidades, valoraciones y autovaloraciones relacionadas con estos campos del conocimiento, tanto a nivel familiar como escolar. El estudio se llevó a cabo en base a datos recogidos en las ciudades de México DF, San Pablo y Buenos Aires. Pese a estas conclusiones, la Comisión considera que el CONICET debería analizar esta problemática y promover iniciativas coordinadas con las Universidades y el Ministerio de Educación para revertirla.

Otro de los temas analizados en relación con los egresados es su distribución geográfica (ver Gráfico 4, Anexo 1). Se advierte una alta concentración en CABA y en la región pampeana, aunque se verifica una pequeña tendencia a la baja del peso de CABA, mientras que la región pampeana aumenta también levemente. En un país con escasa movilidad de sus habitantes, este desbalance no hará más que potenciar la pobre distribución geográfica de investigadores que posee la disciplina.

Planta actual de becarios y su evolución

El análisis de este punto se realizó sobre los becarios que reportan al área KA4. En el ámbito de esta Comisión tienen su lugar de trabajo 200 becarios (año 2017), representando este valor apenas el 1,76% del total de becarios del Consejo y el 6,97% de los becarios pertenecientes a la Gran Área de Ciencias Agrarias, de las Ingenierías y de los Materiales (KA). Asimismo, se observa un cierto número de becarios que investiga en temáticas de esta disciplina, pero que están asociados a las comisiones de: a) Ingeniería Civil, Eléctrica, Mecánica e Ing. relacionadas, b) Matemática, c) Desarrollo Tecnológico y Social, Proyectos Complejos. Por las dificultades que entraña su identificación, estos becarios no se consideran en el análisis que se reporta en los puntos desarrollados a continuación.

El número total de becarios ha crecido en la última década, pero el aumento experimentado (85 becarios en 2007, frente a 200 en 2017) es similar al que ocurrió para todo el CONICET. En efecto, en 2007 los becarios representaban el 1,52% del total del Consejo, mientras en la actualidad constituyen el 1,76%. Por otro lado, este incremento en la representación (1.19 veces) contrasta con el crecimiento que se advierte en la Gran Área de Ciencias Agrarias, de las Ingenierías y de los Materiales en igual período, que pasa del 17,01% al 25,19% (1,35 veces). Esta muy baja participación de los becarios de la disciplina se aprecia en el Gráfico 1, donde se destaca que el eje de las abscisas representa un máximo de sólo 10%.

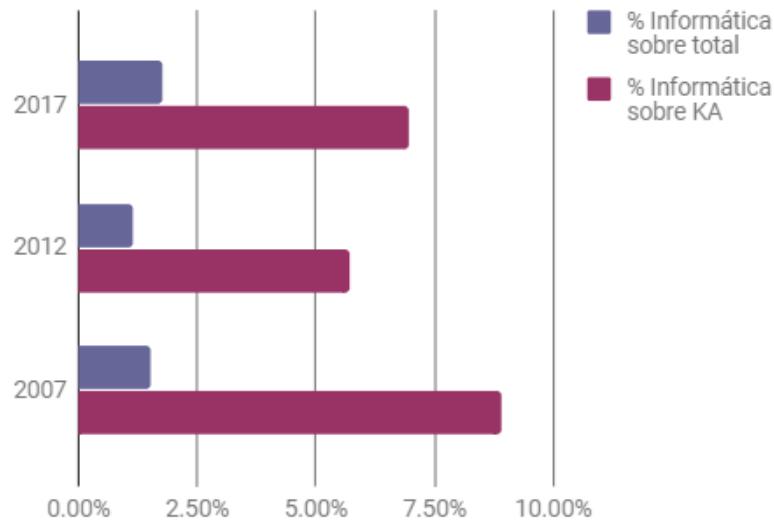


Gráfico 1. Evolución de la participación de los becarios de Informática en el total de CONICET y en el total de la Gran Área KA.

Los 200 becarios se distribuyen en 155 doctorales y 45 postdoctorales. Puede apreciarse que la proporción de becarios postdoctorales con respecto al total de la disciplina ha aumentado en la última década. Mientras que en 2007 representaban sólo el 7%, el porcentaje se incrementó a un valor razonable del 22,5% en 2017. Si bien este crecimiento relativo de las becas posdoctorales es una situación auspiciosa, refleja una maduración de la disciplina más que un crecimiento de la misma. Es dudoso que el número de becas posdoctorales se mantenga en los próximos años, ya que no se aprecia el mismo comportamiento para las becas doctorales, las que han sufrido una reducción importante en los últimos dos años. Mientras que entre 2012 y 2016 el número de candidatos osciló entre 50 y 69, con un valor promedio de 62, en el año 2017 cayó a 39 y en 2018 fue de 46 postulantes. Este comportamiento se aprecia en el Gráfico 2, que permite inferir una muy próxima reducción en el número de becarios postdoctorales y en un futuro no muy lejano una importante disminución de los ingresos a la CIC. De no poder revertir esta tendencia, la disciplina no sólo no podría alcanzar la masa crítica que demanda, sino que no sería sustentable.

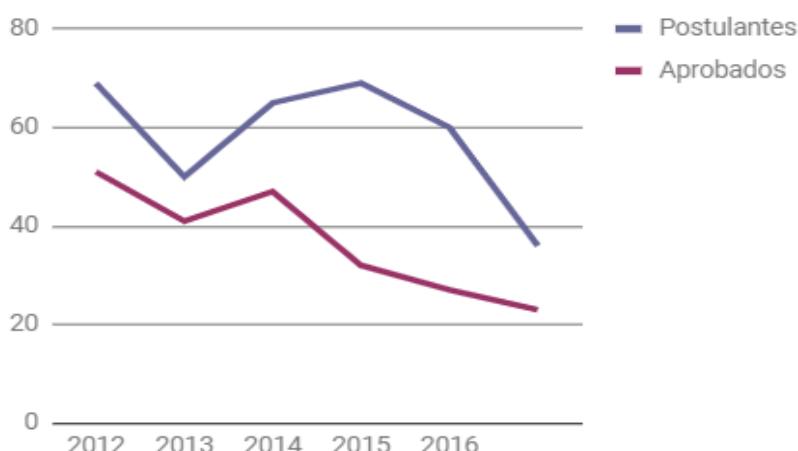


Gráfico 2: Becas doctorales. Evolución de postulantes y aprobados de Informática (2012-2017), con la convocatoria 2017 en evaluación.

En cuanto al porcentaje de becas aprobadas sobre el total de postulaciones, se aprecian valores variables en 2012-2017. El porcentaje de aprobación de becas doctorales osciló entre

el 45,0% y el 73,9%, en tanto el de becas postdoctorales varió entre el 43,2% y el 64%. Cabe señalar que la variabilidad de los porcentajes de aprobación en el tiempo no guarda ninguna relación con la evolución que exhibe este mismo indicador para el total de becas del CONICET, lo que se explica debido al bajo número de postulantes y de aprobados en la disciplina.

En virtud que el número de becarios doctorales representa el 70% del total de becarios de la disciplina, su bajo crecimiento en relación al aumento de los investigadores ha dado lugar a que la relación Número de becarios / Número de Investigadores pase de 2,2 en 2007 a 1,4 en 2012, relación que se mantiene en la actualidad. A pesar que este indicador es superior al índice global del CONICET y de la gran área KA (con valores de 1,1 y 1,3, respectivamente), no es suficiente para permitir el rápido crecimiento que necesita la disciplina para asumir el rol preponderante que tiene en el desarrollo tecnológico actual. El Gráfico 2, lamentablemente, presenta un panorama nada alentador para poder revertir esta situación a corto-mediano plazo. Por ello, esta Comisión solicita a las autoridades del CONICET iniciativas, tanto a nivel del Consejo, como en coordinación con otros organismos, para lograr un cambio sustancial.

Al analizar la situación de la planta de becarios, surge la necesidad de fortalecer la disciplina con más y mejores becas a través de distintos instrumentos y mecanismos. En este contexto se analizaron diferentes alternativas, tales como establecer estipendios diferenciales, que incluyan un “plus” informático, extendiendo la aplicación de la resolución 99/93 del Ministerio de Economía. Otra alternativa podría ser estimular las becas cofinanciadas con empresas. En relación a este último instrumento se comentó que la iniciativa resulta favorable, pero su implementación presenta ciertos inconvenientes que se podrían superar fácilmente con una gestión coordinada de las mismas por parte de las distintas áreas del CONICET.

Lugares de trabajo de los becarios

En cuanto a los lugares de trabajo de los becarios, se observa que un 59% desarrolla actividades en Institutos del CONICET (52.5% en institutos de doble dependencia con Universidades públicas, 5,5 % en Institutos de CONICET que no tienen contraparte, 1% en institutos de doble dependencia con Universidades privadas). Asimismo, un 37,5 % se desempeña con lugar de trabajo en Universidades públicas, fuera de unidades ejecutoras. Estos valores son semejantes a los correspondientes al total de los becarios del Consejo. Por otro lado, la proporción de becarios con lugar de trabajo en unidades ejecutoras es menor que el de investigadores en la misma situación.

Un análisis de la distribución geográfica de los becarios de la disciplina revela que el 90% de los mismos se concentra en los siguientes siete distritos, presentados en orden decreciente: 1) Santa Fe, 2) Buenos Aires, 3) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 4) Córdoba, 5) Mendoza, 6) Chubut y 7) Neuquén. Esta distribución, que se presenta en la Tabla 6, a pesar de ser menos concentrada que la correspondiente a los investigadores, muestra un valor mayor que la que resulta cuando se analiza el total de los becarios de CONICET (en este último caso el 90% de los becarios se encuentra en 11 provincias). Asimismo, cabe señalar la situación particular de la Prov. de Buenos Aires. Ésta es la que posee un mayor número de investigadores (34,5%), mientras que concentra solamente el 20% de los becarios. Esta situación probablemente se explique por una mayor competencia de las empresas en las cuales pueden insertarse los egresados de carreras de grado, y que ofrecen a los graduados calificados que pueden aspirar a becas, mejores condiciones salariales y laborales.

Tabla 6: Distribución geográfica de becarios de la disciplina, año 2017, en orden decreciente

Provincia	Cantidad de becarios	% sobre comisión	% sobre becarios CONICET en la provincia
Santa Fe	43	21.5%	4.36%
Buenos Aires	40	20.0%	1.35%
Capital Federal	36	18.0%	1.32%

Córdoba	32	16.0%	2.24%
Mendoza	11	5.5%	2.40%
Chubut	9	4.5%	3.86%
Neuquén	7	3.5%	7.37%
San Luis	5	2.5%	2.59%
Santiago del Estero	5	2.5%	4.85%
Salta	4	2.0%	1.59%
Río Negro	3	1.5%	0.85%
Entre Ríos	2	1.0%	1.75%
Misiones	1	0.5%	0.58%
Santa Cruz	1	0.5%	6.66%
Tucumán	1	0.5%	0.22%
Catamarca	0	0.0%	0.0%
Chaco	0	0.0%	0.0%
Corrientes	0	0.0%	0.0%
Formosa	0	0.0%	0.0%
Jujuy	0	0.0%	0.0%
La Pampa	0	0.0%	0.0%
La Rioja	0	0.0%	0.0%
San Juan	0	0.0%	0.0%
Tierra del Fuego	0	0.0%	0.0%
Total	200	100%	1.75%

Una comparación de las edades promedio de los becarios doctorales y postdoctorales revela que las mismas son muy similares a las edades promedio del total de becarios del CONICET. Si el análisis se focaliza en aspectos de género, se encuentran fuertes desequilibrios (incluso mayores a los que se aprecian a nivel de investigadores). En efecto, mientras el 60% de los becarios del CONICET son mujeres, del total de los becarios de la disciplina sólo el 18,5% son mujeres, porcentaje similar al de las egresadas de grado.

A partir de lo expresado en las dimensiones A y B puede sintetizarse la siguiente conclusión en relación al Personal Científico-Tecnológico, incluyendo Becarios:

Resolver el problema de falta de RRHH es prioritario. Esta disciplina depende fuertemente del capital humano disponible (en contraposición a otras áreas donde hay mayores costos de equipamiento, infraestructuras complejas, onerosos trabajos de campaña, etc.). En consecuencia, resulta fundamental priorizar la captación, incorporación y permanencia en el sistema de becarios, personal de apoyo e investigadores.

Recomendaciones:

- Para estimular la elección de la formación y actividad académica en temáticas de TIC uno de los instrumentos que se plantearon es la implementación de estipendios diferenciales para el sector de informática y comunicaciones como se realizan en otras áreas del estado (Resolución 99/93 del Ministerio de Economía). De esta manera, se podría morigerar la tracción de los recursos humanos que hace el sector privado, desde el cual se ofrecen excelentes oportunidades de empleo y altos salarios.

- Para facilitar la financiación adicional de parte de empresas, fundaciones u otro tipo de organizaciones, se podría permitir que los becarios tengan acceso a complementos de las becas, en tanto no atenten contra la dedicación exclusiva de los mismos. Un ejemplo en este sentido es el sistema de premios provistos por la empresa Google (Google, 2018).

FODA Dimensión 1.B: Becarios

Fortalezas:

Recursos humanos con diferentes formaciones de origen y capacidades convergiendo en la disciplina.

Debilidades:

Muy bajo número de becarios y estancamiento de la relación con el número de investigadores de la disciplina, con una reducción de la proporción de becarios en el tiempo, lo que pone en riesgo el crecimiento de la disciplina.

Estipendios muy bajos en relación a lo que paga el sector privado a estudiantes y egresados de carreras de grado (ej el sueldo de un programador junior estudiante de grado de 2do o 3er año es equivalente a una beca doctoral)

Fuerte concentración masculina en becas doctorales y postdoctorales.

Alta concentración geográfica en la zona pampeana.

Amenazas:

Baja cantidad de ingresantes en carreras universitarias en Informática y Comunicaciones, con un importante descenso en los últimos años.

Alta proporción de estudiantes universitarios que no concluyen sus estudios de grado en el área.

Muy baja participación de mujeres entre los estudiantes de carreras de grado afines, lo que da lugar a muy escasas postulantes femeninas a becas.

Competencia muy desigual con las empresas que ofrecen altos salarios relativos y trabajos no rutinarios a potenciales becarios.

Captación de posibles becarios por parte de otros organismos públicos, nacionales, provinciales y municipales que ofrecen mejores salarios y estabilidad laboral.

Dificultades para realizar cotutelas en el exterior dadas las diferencias de los sistemas educativos.

Oportunidades:

Importancia socio-económica indiscutida y percepción social de la relevancia de la disciplina.

Existencia de temas motivantes para promover la formación doctoral y postdoctoral de los recursos humanos.

Posibilidad de brindar financiación adicional por parte de empresas y fundaciones a fin de estimular la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología.

Desarrollo de políticas activas en coordinación con el Ministerio de Educación y las UUNN para aumentar la matrícula y la finalización de los estudios en las carreras de grado.

Posibilidad de desarrollar políticas activas coordinadas con diversos organismos para aumentar las vocaciones científicas.

Dimensión 1.C: RECURSOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis de esta dimensión se efectuó en base a la información obtenida a partir de los datos volcados en SIGEVA por los investigadores del área al realizar sus informes anuales o bianuales, la cual muestra las fuentes de financiación para la investigación en la disciplina. Las fuentes habituales resultaron ser proyectos PICT ANPCyT, PIP CONICET y proyectos de agencias provinciales y universidades. Se detectan otras fuentes no tradicionales como el PPCP SPU (Ministerio de Educación), PID DEF (Ministerio de Defensa), PIO CONICET, PID ANPCyT y convenios de I+D específicos.

Lamentablemente se encontraron dificultades para analizar los proyectos que se volcaron en los bancos de datos, pues la información es imprecisa, incompleta, o es inconsistente con la de otros investigadores que participan en el mismo proyecto. Se observa que no se utiliza un criterio único para ingresar los datos en el sistema, y que en ciertas situaciones la información cargada carece de detalles adecuados. Por ejemplo, en algunos casos figura como financiamiento propio la participación de investigadores en grandes proyectos internacionales, en los cuales el rol del investigador fue sólo de colaborador, y su acceso real al financiamiento fue mucho menor que el monto total del proyecto que se reporta. Igualmente, se declaran participaciones menores en proyectos de otras disciplinas, donde se desconoce el aporte de los investigadores.

Se analizaron datos de proyectos CONICET y ANPCyT en ejecución en el año 2016. Dicha información fue provista por las agencias financieras. La disciplina contó en dicho año con 26 proyectos PIP CONICET (1,5% del total), 3 PUE CONICET (2,6% del total), 3 PIO CONICET (2,1% del total), 2 Proyectos de cooperación internacional CONICET (0,9% del total) y 40 PICT ANPCyT (1,9% del total). Estos porcentajes están cercanos al peso de la disciplina en el CONICET, siendo un poco menores en el caso de los PIP. La baja participación en proyectos PIP probablemente se deba a sus retrasos e incumplimientos con los desembolsos y a los bajos montos que se financian.

Se concluye que el acceso al financiamiento de proyectos de investigación no presenta problemas distintos a los que surgen con el resto de las disciplinas. Se destacan, sin embargo, las dificultades históricas para contar con los fondos en tiempo y forma, en particular en los proyectos CONICET. Las deficiencias en la planificación y en la gestión de los proyectos PIP y PUE por parte del Consejo, con importantísimas demoras en la acreditación de los fondos, atenta contra la efectiva ejecución de los mismos, imposibilitando la programación de un uso racional de los recursos, y el adecuado seguimiento y evaluación de sus resultados.

La Comisión considera que es imprescindible que los organismos de CyT adegúen los instrumentos de financiamiento a las necesidades particulares de las disciplinas. En el caso de Informática y Comunicaciones, se destaca que, en general, los proyectos tienen baja necesidad de insumos y materiales de laboratorio, en comparación con las disciplinas experimentales, pero sí requieren de financiamiento para realizar viajes y adquirir equipos computacionales. Se considera que un financiamiento adecuado a las necesidades de esta disciplina debería concentrar la mayor proporción de fondos en movilidad (asistencia a congresos, intercambios con otros grupos de investigación, capacitación de becarios, etc.) y en la adquisición de equipamiento informático de mediana envergadura. Con relación a la movilidad, ésta se tornará cada vez más importante en tanto se reduzcan/desaparezcan los programas bilaterales/multilaterales.

FODA Dimensión C.1: Recursos Económicos y Financieros de la Investigación

Fortalezas:

Grupo de investigadores y becarios competitivos, capaces de acceder a financiamiento nacional y a algún financiamiento internacional.

Debilidades:

Dificultades relacionadas con la gestión/ejecución de los proyectos CONICET, con bajos montos, desembolsos atrasados y gran deterioro del poder adquisitivo.

Diseño inadecuado de los límites por rubro financiables. Las estructuras de presupuesto están diseñadas para disciplinas con mayor carga experimental, por lo que no permiten realizar un aprovechamiento óptimo de los subsidios en informática y comunicaciones.

Diseño inadecuado de los mecanismos de contratación de recursos humanos en instrumentos de financiamiento de proyectos de envergadura. Los topes salariales, las formas de contratación y los tiempos burocráticos hacen imposible realizar contrataciones de personal especializado, principalmente programadores.

Oportunidades:

Possibilidad de incrementar el financiamiento a través de Cámaras empresariales interesadas en el desarrollo de la disciplina.

Possibilidad de incrementar los servicios técnicos de alto nivel y convenios de I+D+i

Amenazas:

Inestabilidad cambiaria que reduce el poder adquisitivo del financiamiento nacional obtenido por los investigadores.

Dimensión 1.D: EQUIPAMIENTO, COLECCIONES E INFRAESTRUCTURA

Uno de los aspectos centrales en relación a recursos para I+D+i es el acceso a la conectividad avanzada. Esta circunstancia debería mejorar, ya que no se encuentra disponible para todos los grupos de investigación. En sub-disciplinas que utilizan grandes volúmenes de datos esto resulta limitante. Esta restricción también condiciona la posibilidad de realizar proyectos en conjunto con empresas en ámbitos institucionales.

Otro análisis se refiere al acceso a equipamiento para computación de alto desempeño (HPC, High Performance Computing). La capacidad instalada de HPC es un indicador del nivel de servicio de cómputo existente en el país y no necesariamente es un indicador de la investigación que se hace en esta área. De la misma manera, el aumento de la capacidad de cómputo no redonda de manera directa en un desarrollo de los grupos de investigación en temas de HPC. Éste es un tema transversal a muchas disciplinas, que hacen procesamiento masivo de datos y/o que emplean sistemas de cómputo intensivo. En la actualidad se plantea como un servicio que, solamente en algunos casos, está a cargo de institutos que pertenecen al área de Informática y Comunicaciones. La Comisión entiende que la posibilidad de fortalecer el área de HPC será mucho mayor en la medida que los institutos de Informática y Comunicaciones sean los que estén a cargo de estos sistemas.

En la Tabla 7 se presenta el listado de los equipos adheridos al SNCAD (Sistema Nacional de Cómputo de Alto Desempeño) y los centros que los albergan. La clasificación de los equipos se realizó de acuerdo a la cantidad de nodos declarados por cada centro en el SNCAD. Es importante tener en cuenta que esta tabla no tiene información sobre la obsolescencia de los equipos instalados. En algunos casos, los mismos fueron instalados hace más de 5 años, siendo éste el período máximo de obsolescencia generalmente considerado en el área. Por otro lado, a partir de esta tabla, se observa que la distribución del equipamiento se concentra mayoritariamente en la zona central del país, siguiendo la distribución de los recursos humanos. Asimismo, se aprecia que los equipos de mayor porte se localizan en la CABA y en la Provincia de Santa Fe.

Se considera que las capacidades de infraestructura actuales en HPC son adecuadas a las necesidades del sistema científico local; sin embargo, se requieren fondos sustanciales para mantenimiento y actualización. Los clusters de alto desempeño siguen la regla general de obsolescencia del equipamiento informático general, según la cual la tecnología se renueva cada 5 años aproximadamente. Por ende, para mantener el nivel de prestación, se requiere una inversión importante cada 5 años, la que no se está realizando adecuadamente en la actualidad. Por otra parte, se espera que las demandas de cálculo intensivo aumenten en forma sostenida en la próxima década por requerimiento de disciplinas como ciencia de datos, bioinformática, quimiometría, física, climatología, con lo cual en un tiempo no lejano las facilidades existentes serán insuficientes.

Tabla 7: Equipamiento adherido al SNCAD

Localidad	Institución y principal disciplina	Tamaño
AMBA	CSC (Informática)	grande
	CECAR (Informática)	mediano
	IAFE (Física)	pequeño
	INQUIMAE (Química)	pequeño
	CIMA (Cs. Atmósfera)	pequeño
	CNEA (Ingeniería)	mediano
Rosario	Cluster Rosario (Física-Informática)	grande
Santa Fé	CIMEC (Ingeniería)	grande
Córdoba	CCAD-UNC (Física)	mediano
Bariloche	CAB (Física)	mediano
Bahía Blanca	IFISUR (Física)	pequeño
La Plata	UnCaFiQT (Física)	pequeño
Tandil	CIFICEN (Ingeniería)	pequeño
Corrientes	CECONEA (Química)	pequeño
Mendoza	IC-ITIC (Informática)	pequeño
Oro Verde	UNER (Ingeniería)	pequeño
San Luis	LIDIC (Informática)	pequeño

En cuanto al acceso a bibliografía a través de la Biblioteca electrónica de la SECyT, se considera que el nivel actual es apropiado, ya que contempla los recursos vinculados a las asociaciones ACM (Association for Computing Machinery), ACM Digital Library, e IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers), con IEEE Xplore Digital Library. A ellos se suman revistas y colecciones de las editoriales Elsevier (ScienceDirect) y Springer (SpringerLink y SpringerOpen). La comisión considera que resulta muy importante mantener el nivel de acceso actual. Por ello, preocupa sobremanera la eliminación de financiamiento asignado a la Biblioteca Electrónica en el presupuesto de ciencia y técnica del año 2019.

En cuanto a la infraestructura edilicia, se advierte una cierta disparidad entre las diferentes UUEE. Mientras algunas cuentan con una infraestructura adecuada, otras tienen ciertas deficiencias. A esta situación se suma un número significativo de investigadores y becarios que no tienen como su lugar de trabajo una Unidad Ejecutora, lo que en ciertos casos genera condiciones inapropiadas para desarrollar tareas de investigación.

FODA Dimensión 1.D: Equipamiento, Colecciones e Infraestructura

Fortalezas:

Salvo en aquellos campos relacionados con la computación de alto rendimiento, las actividades de investigación del área sólo requieren equipamiento de bajo o mediano costo y el acceso a una nutrida biblioteca electrónica.

Debilidades:

Dificultades para mantener actualizadas las facilidades de cómputo de alto desempeño.

Falta de lugar de trabajo adecuado para algunos grupos.

Nuevas áreas en crecimiento (como la ciencia de datos) que requieren mayor capacidad de cómputo y almacenamiento y cuyas demandas no podrán satisfacerse en un futuro cercano.

Oportunidades:

Posibilidad de incrementar el trabajo interdisciplinario y transdisciplinario con otros campos que demanden servicios de computación.

Amenazas:

Eliminación de las colecciones de la Biblioteca Electrónica.

Reducción de los montos de financiamiento, en general, y para grandes equipos de cómputo

Dificultades para mantener actualizadas las facilidades de cómputo de alto desempeño.

Dimensión 1.E: PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

El análisis de la producción se centró en las publicaciones en revistas científicas del período 2013-2015. A pesar de la importancia que la disciplina le otorga a las publicaciones de artículos completos en congresos, se prescindió del análisis de los mismos debido a la falta de estandarización de la información cargada en SIGEVA, específicamente en los nombres de las

conferencias. Por lo tanto, los datos de producción que se analizan en los siguientes párrafos incluyen exclusivamente artículos publicados en revistas científicas.

Considerando la clasificación de cuartiles que asigna SCImago a las revistas, y tomando sólo la mayor clasificación de cada revista, se verificó la existencia de una alta proporción de artículos publicados en revistas clasificadas como Q1 y Q2 (39 y 33% respectivamente), de acuerdo a lo que se aprecia en la Tabla 8. Esto indica que la publicación predominante se efectúa en revistas de alto impacto. Asimismo, se observa una baja proporción de artículos publicados en revistas sin indización (14%), como así también en revistas de bajo impacto clasificadas como Q3 (10%) y Q4 (4%).

Tabla 8: Clasificación de los artículos publicados en el período 2013-2015 de acuerdo a la mayor categoría que asigna SCImago a las revistas donde éstos se divulgaron.

Clasificación	Cantidad	Porcentaje
Q1	235	39%
Q2	198	33%
Q3	60	10%
Q4	26	4%
No	88	14%
Total	607	100%

Una característica de las publicaciones en Informática y Comunicaciones es que suelen tener menor número de coautores que algunas disciplinas más experimentales, tales como Física y Biología. Por otro lado, a diferencia de otras ciencias como las Humanidades, en las cuales los becarios no suelen publicar con sus directores, en esta disciplina el trabajo se realiza generalmente en grupos, por lo que es poco frecuente encontrar publicaciones con un solo autor.

Debido a que los desarrollos en Informática y Comunicaciones pueden contribuir a la resolución de problemas diversos, se analizó la distribución de la producción científica según la clasificación disciplinar de las revistas. En primer lugar se observó que la clasificación de los artículos según las áreas y subáreas disciplinarias establecidas por CONICET en SIGEVA, no aporta elementos para hacer un análisis adecuado. En efecto, en SIGEVA los trabajos sólo se pueden clasificar según el nomenclador de FOS (Fields of Science and Technology), elaborado en base a criterios muy genéricos y que requieren una urgente actualización. El nomenclador solamente contiene “ciencias de la computación” y “otras ciencias de la computación”, y muchos de los artículos de SIGEVA pertenecen a esa última categoría.

Para efectuar un mejor análisis de la distribución disciplinar de la producción científica se tomó, para cada revista donde se divulgaron artículos, su clasificación SCImago en Área y Subárea (denominados Subject Area and Category). En la Tabla 9 se resumen las áreas/subáreas con más de 10 artículos publicados. En virtud que cada revista puede pertenecer a más de un área y/o subárea, los valores que se reportan en la Tabla 9 son mayores a los de la Tabla 8, a pesar que el estudio se realizó en base a los mismos 607 trabajos.

Se observa que cerca del 40% de la producción científica se realizó en revistas clasificadas como de Ciencias de la Computación, lo que incluye subáreas generalmente consideradas núcleo tales como Inteligencia Artificial, Software, Sistemas de Información y Procesamiento de Señales. También existe una fuerte presencia de publicaciones en revistas de Matemática, alcanzando cerca del 17%, siendo una parte importante de ellas (46%) las del subárea Theoretical Computer Science, es decir, muy cercana al área con mayor número de artículos (Ciencias de la Computación). También resultan importantes en cuanto a cantidad las publicaciones en revistas de Ingeniería, las cuales alcanzan un 13%. Estas observaciones se sintetizan en el Gráfico 3.

Tabla 9: Distribución disciplinar de la producción científica en áreas y subáreas, considerando artículos en revistas pertenecientes al período 2013-2015.

Subárea	Área	1421
Computer Science (miscellaneous)	Computer Science	117
Software	Computer Science	115
Theoretical Computer Science	Mathematics	112
Computer Science Applications	Computer Science	91
Artificial Intelligence	Computer Science	73
Electrical and Electronic Engineering	Engineering	70
Applied Mathematics	Mathematics	43
Engineering (miscellaneous)	Engineering	37
Information Systems	Computer Science	37
Signal Processing	Computer Science	32
Control and Systems Engineering	Engineering	31
Medicine (miscellaneous)	Medicine	26
Computational Theory and Mathematics	Computer Science	24
Computer Networks and Communications	Computer Science	24
Hardware and Architecture	Computer Science	23
Mathematics (miscellaneous)	Mathematics	22
Discrete Mathematics and Combinatorics	Mathematics	19
Modeling and Simulation	Mathematics	18
Biomedical Engineering	Engineering	14
Computer Vision and Pattern Recognition	Computer Science	14
Computational Mathematics	Computer Science	13
Information Systems and Management	Business Management	12
Chemical Engineering (miscellaneous)	Chemical engineering	12
Logic	Mathematics	11
Statistics and Probability	Mathematics	11

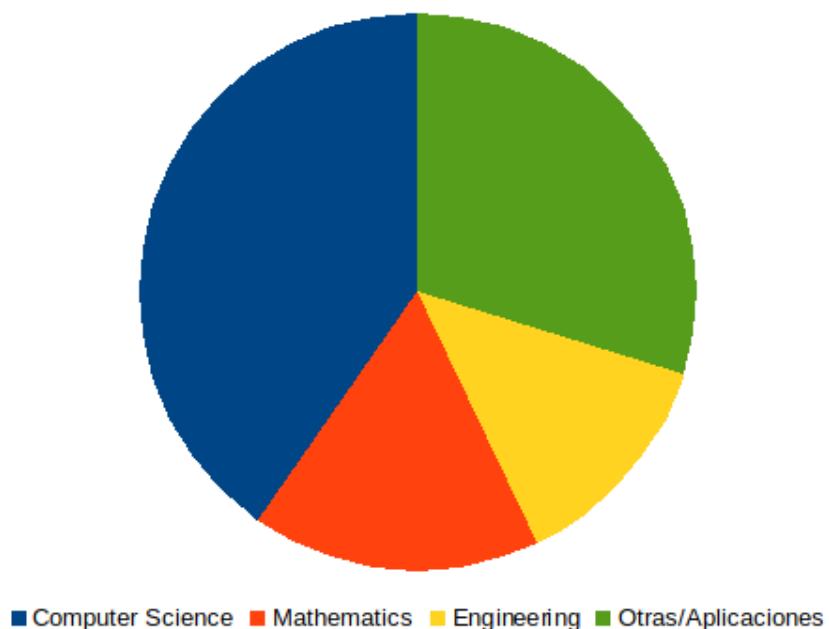


Gráfico 3: Distribución disciplinar de la producción científica en áreas, considerando artículos en revistas pertenecientes al período 2013-2015

El Gráfico 4, elaborado a partir de datos de SCImago ilustra la producción científica organizada de acuerdo al área científica de la revista, donde revistas cercanas en el espacio indican áreas/subáreas relacionadas, y los tamaños de los círculos son proporcionales al número de artículos publicados en cada revista. Se observa la concentración de producción en Computer Science, Engineering y Mathematics, mientras que existen puntos aislados y con baja densidad en revistas de otras áreas, lo cual es probablemente atribuible a productos del trabajo multi/inter disciplinar.

Otra dimensión del análisis se vincula a la posición del país en Latinoamérica y el mundo en función de su producción científica en la disciplina. En los rankings SCImago para las áreas Computer Science y Mathematics (Theoretical Computer Science), Argentina está en cuarto lugar en Latinoamérica, después de Brasil, Méjico y Chile. Esta situación se aprecia en forma clara en el Gráfico 5 que combina el índice H del país y el número promedio de citas por documento. La distribución que muestra esta figura podría explicarse si se considera que en países como Brasil, el desarrollo de la disciplina surge al menos dos décadas antes que en nuestro país, con una fuerte inversión en la formación y retención de recursos humanos para la investigación científica y tecnológica en informática y comunicaciones. Esto consolidó una comunidad científica que es mucho más numerosa y sólida que la nuestra, para esta disciplina.

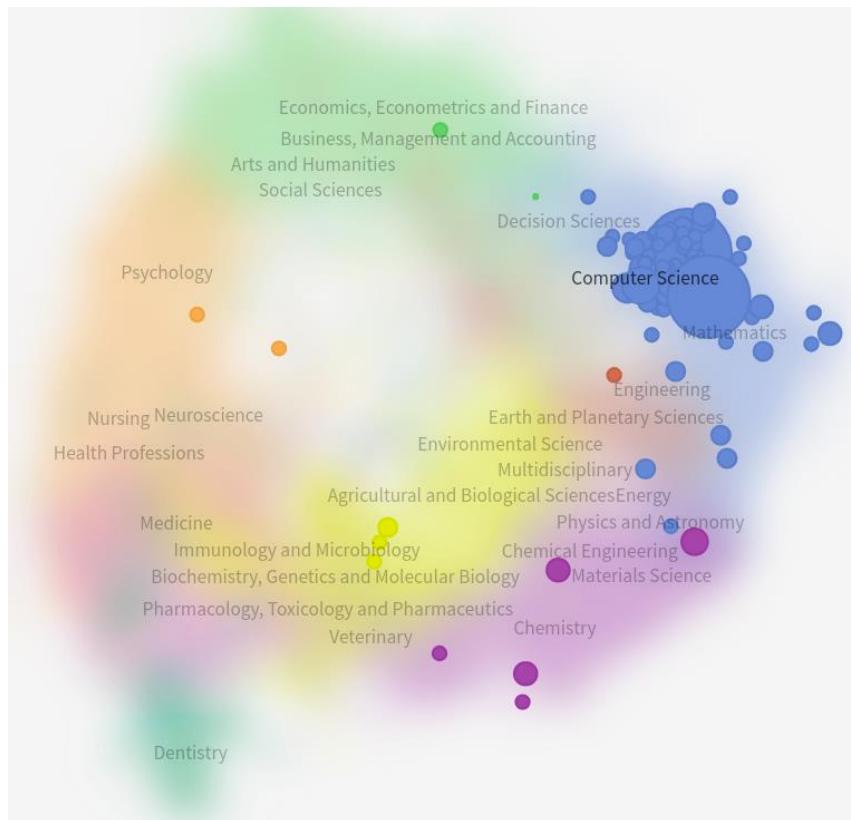


Gráfico 4: Distribución de la producción científica de acuerdo al área de revista, en base a datos de SCImago.

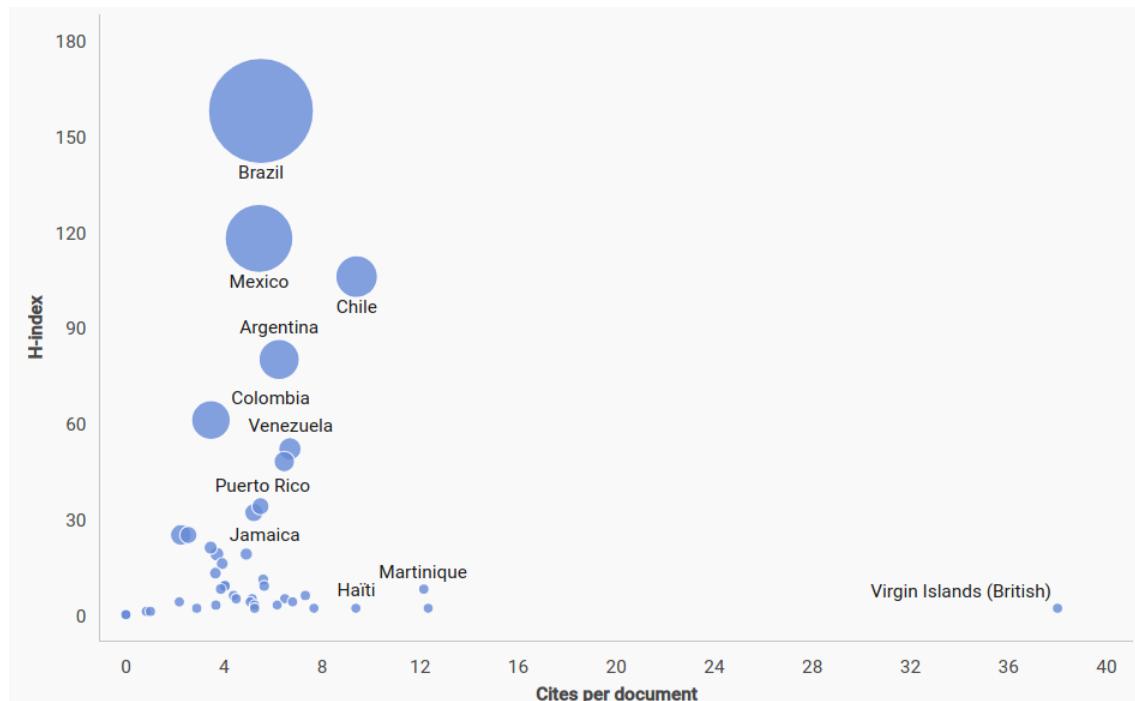


Gráfico 5: Posición de los países latinoamericanos en función de su producción científica en la disciplina, tomando como referencia el índice H del país y el número de citas promedio por artículo. Información obtenida de SCImago.

A nivel mundial, nuestro país figura en posición 51 (Computer Science) y 45 (Mathematics - Theoretical Computer Science), respectivamente. Otras disciplinas de KA están mejor

posicionadas: Ingeniería (50), Ciencias Agrarias (25), o Materiales (41). Esto puede explicarse por la reciente incorporación de Informática a CONICET y su pequeño tamaño.

En cuanto a la evolución del impacto de la producción, resulta positivo el aumento en cantidad de citas recibidas por los trabajos publicados en los últimos años, en especial hasta 2011. Dicha evolución se muestra en el Gráfico 6, donde se puede observar un importante porcentaje de citas externas, que se incrementan a mayor velocidad que las propias. No obstante, un análisis de la producción revela la falta de publicaciones disruptivas, con un elevado número de citas.

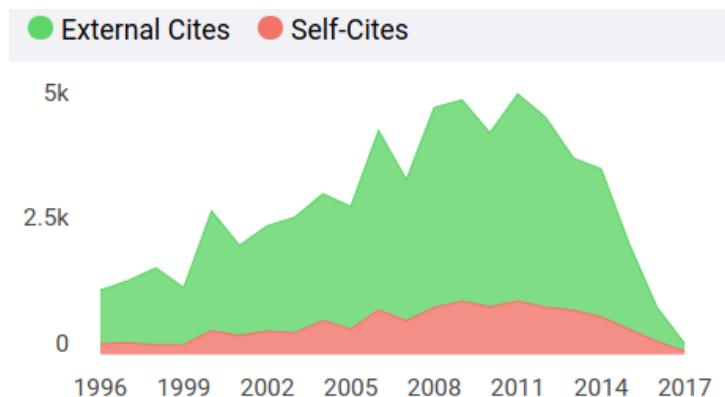


Gráfico 6: Evolución del número de citas recibidas por los trabajos publicados en los últimos años. Información obtenida de SCImago.

Con respecto a colaboración internacional, se observa en el Gráfico 7 que desde el año 2002 ésta se incrementó, llegando a un 52% en 2008 y a partir de allí fluctuando, pero manteniéndose por encima del 40%. Esto indica la significativa inserción de los investigadores en ámbitos internacionales.



Gráfico 7: Evolución de la colaboración internacional en el tiempo. Información obtenida de SCImago.

En las diferentes subáreas analizadas hubo una evolución dispar en cuanto a la producción científica. En particular, Software, Computer Science (misc), Computer Science Applications y Networks muestran un crecimiento marcado y significativo en los últimos años como se observa en el Gráfico 8. Esta heterogeneidad también se observa en el número de citas recibidas y el h-index que se presentan en el Gráfico 9.

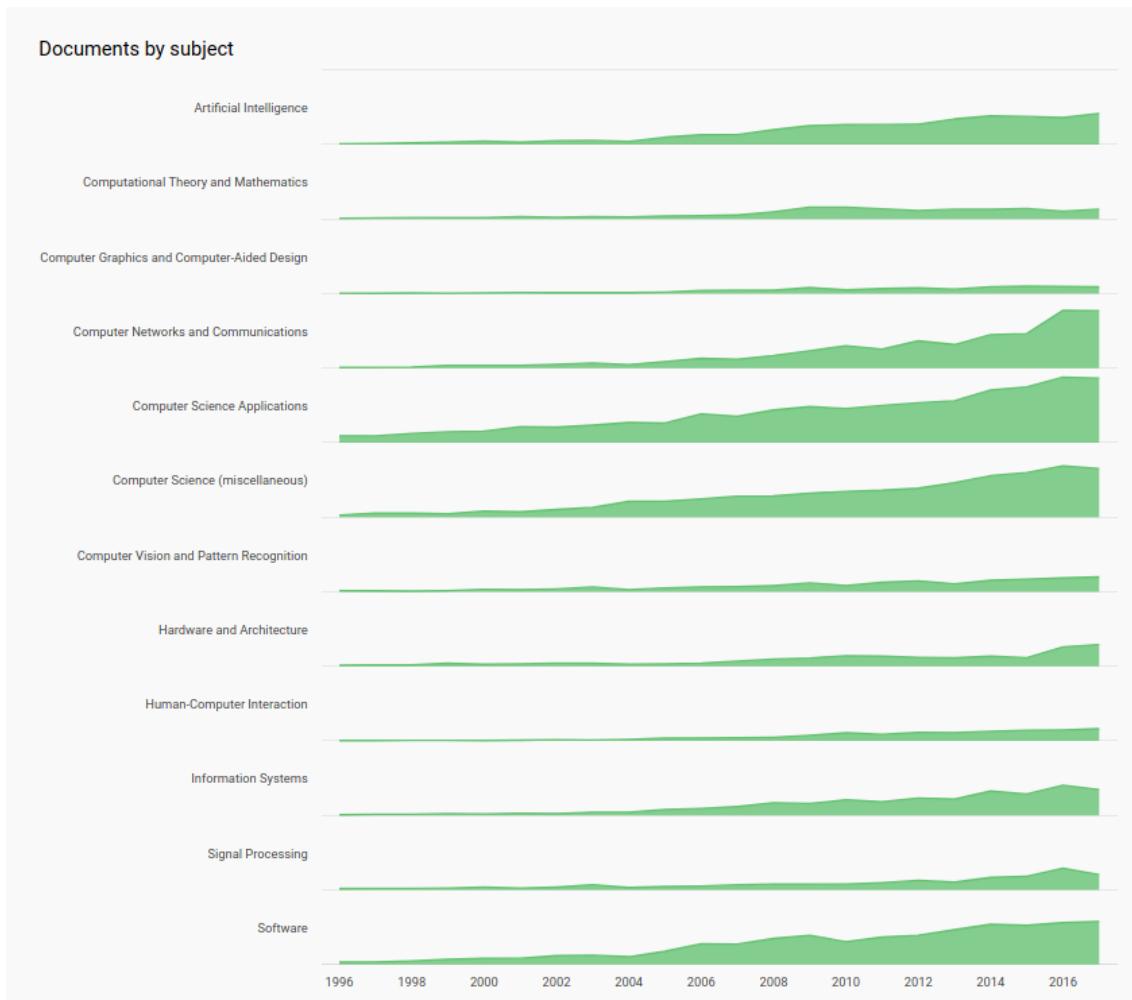


Gráfico 8: Evolución del número de publicaciones por subárea. Información obtenida de SCImago.

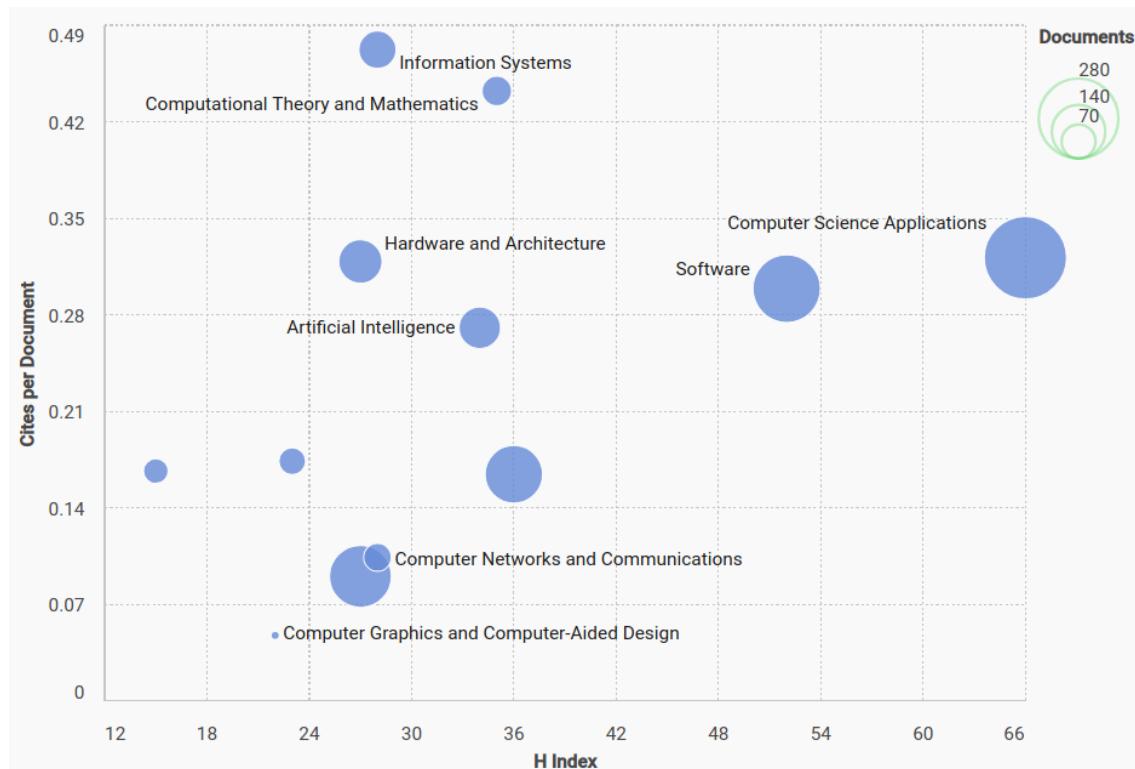


Gráfico 9: Índice H y el número de citas promedio por artículo para las diferentes subáreas que configuran la disciplina. Información obtenida de SCImago.

FODA Dimensión 1.E: Producción Científica

Fortalezas:

Preponderancia de publicaciones en journals de alto impacto. Más de un 70% de los artículos se publica en revistas catalogadas como Q1 y Q2.

En la disciplina “Computer Science”, Argentina ocupa el cuarto lugar en cuanto a impacto en Latinoamérica, a pesar de invertir mucho menos de su PBI en Ciencia y Tecnología.

En la mayoría de las subdisciplinas se puede investigar con estándares internacionales de primer nivel, fundamentalmente en base a las capacidades de los recursos humanos, sin requerir grandes inversiones en equipamiento o infraestructura.

La sub-área Software aparece en el puesto mundial 48 de SCImago.

Razonable incremento del impacto de las publicaciones medido en número de citaciones hasta 2011.

Importante inserción de los investigadores en ámbitos internacionales, a pesar del escaso financiamiento destinado a Cooperación Internacional.

Debilidades:

Falta de publicaciones disruptivas con elevado número de citas.

Una gran cantidad de publicaciones en congresos no figuran en SCImago/Scopus, lo que afecta negativamente las métricas de la disciplina.

La disciplina está en relativa desventaja con respecto a otras del área KA en los rankings de SCImago. Esto puede deberse a la reciente de la creación de la Comisión de Informática y Comunicaciones y al muy bajo número de investigadores y becarios.

Notable vacancia en subáreas críticas tales como Seguridad y en ciertos temas de Comunicaciones, como por ejemplo diseño RF (radiofrecuencia).

Oportunidades:

La disciplina puede contribuir a la transformación digital en diversos dominios.

Un financiamiento adecuado y programas de promoción integrales (concebidos mediante la articulación de distintos organismos) permitirían alcanzar en pocos años los estándares de producción e impacto de los mejores países de Latinoamérica y subir muchas posiciones en el ranking mundial.

Amenazas:

En subáreas de la informática se valora muy positivamente a las publicaciones en actas de conferencias lo que atenta contra la publicación de artículos en revistas. Esto contrasta con otras disciplinas científicas donde únicamente se consideran publicaciones en revistas.

Dimensión 1.F: SISTEMA DE EVALUACIÓN

Evaluación de Becas

Sobre el proceso de evaluación

El proceso de evaluación para becas doctorales se focaliza en valorar el desempeño académico de los postulantes, considerando su promedio en la carrera de grado y la relación del mismo con el promedio histórico de la carrera de grado cursada. Es en este aspecto donde se asigna la mayor parte de los puntos. Se evalúan también los eventuales antecedentes en investigación y docencia del postulante, el Director y el Codirector, el lugar de trabajo propuesto, y el plan de investigación presentado por el solicitante. En el caso de las becas posdoctorales, el foco de la evaluación cambia hacia la producción científica y actividad docente de los postulantes.

Cabe señalar que hasta el año 2017 la evaluación se realizaba de manera cuantitativa, casi completamente. Establecidos los ítems a valorar, se les asignaba puntaje de forma más o menos automatizada. Por ejemplo, los Directores, en caso de ser Investigadores de la CIC, recibían un puntaje sólo dependiente de su categoría como investigador. De forma similar, las publicaciones de los postulantes, en caso de haberlas, se medían sólo en función del índice de impacto de la revista. En 2018 se han realizado algunas modificaciones. La principal, es que los Directores de las categorías más altas ahora reciben una porción menor de los puntos por la categoría de Investigador que poseen, y se deja el remanente del puntaje para ser utilizado en función de otros méritos. En particular, mientras que anteriormente un Inv. Asistente recibía 10 puntos, ahora recibe 10 puntos como base, y puede llegar hasta el total (20 puntos) si muestra méritos extraordinarios que los justifiquen. De esta forma la evaluación se ha tornado más cualitativa.

No obstante esta mejora, la porción más importante de los puntos para becas doctorales se decide aún a través de una fórmula que considera como entradas el promedio del postulante y el promedio histórico de la carrera cursada. Se considera que dicha expresión, si bien provee un dato valioso, puede estar sobresimplificada: no es el mismo el rendimiento esperable de un estudiante que ha cursado mientras mantiene un trabajo part o full-time, que el de un estudiante que ha dedicado su tiempo de forma integral al estudio. Si bien los antecedentes laborales otorgan puntos en la evaluación de un postulante, en general el máximo de puntaje para este ítem es bajo (menor a los 5 puntos).

Otro aspecto de la valoración tiene en cuenta los aplazos en la carrera de grado. Mientras que históricamente éstos eran ponderados con una considerable quita de puntos (al menos cuadrática en la cantidad de aplazos), en los últimos años se ha cambiado esta métrica para reducir sólo un punto por aplazo. De esta manera, si bien aún tienen importancia en la evaluación, y en ocasiones pueden ser determinantes para la obtención o no de una beca, el peso de los aplazos ha sido mermado, lo cual se ha considerado una decisión positiva.

En virtud de que esta Comisión entiende que la evaluación que se realiza es una abstracción (imperfecta) de las capacidades de los postulantes, se recomienda realizar entrevistas individuales online, al menos con aquéllos que la Comisión de Becas considere que están cercanos a la línea de corte. De esta forma se espera poder corregir a tiempo errores propios del proceso de evaluación.

Análisis Estadístico General

En las Tablas 10 y 11 se presentan, para las convocatorias 2012 a 2017 a becas doctorales y postdoctorales, la cantidad de postulantes por año, la cantidad de solicitudes recomendadas por la Comisión de Becas, y la cantidad de becas efectivamente financiadas.

Tabla 10: Número de solicitudes, postulaciones recomendadas y financiadas, en el período 2012 - 2017, para las convocatorias a becas doctorales

Becas Doctorales					
Año	Número de Postulantes	Solicitudes Recomendadas	% de Becas Recomendadas	Solicitudes Financiadas	% de Becas Financiadas
2012	58	47	81,03	44	93,62
2013	46	40	86,95	40	100,00
2014	57	43	75,44	41	95,35
2015	55	29	52,72	21	72,41
2016	65	43	66,15	28	65,12
2017	39	30	76,92	26	86,66

Tabla 11: Número de solicitudes, postulaciones recomendadas y financiadas, en el período 2012 - 2017, para las convocatorias a becas postdoctorales

Becas Posdoctorales					
Año	Número de Postulantes	Solicitudes Recomendadas	% de Becas Recomendadas	Solicitudes Financiadas	% de Becas Financiadas
2012	7	5	71,43	5	100
2013	22	18	81,81	17	94,44
2014	31	29	93,54	29	100
2015	25	21	84,00	22	100 *
2016	30	23	76,66	23	100
2017	21	16	76,19	16	100

Se advierte con preocupación que, en el caso de las becas doctorales, se ha evidenciado a partir de 2015 una clara reducción en el porcentaje de las becas financiadas, disminución que ha sido más marcada en los años 2015 y 2016. Si a esto se suma una importante reducción en el número de postulantes en el año 2017, se concluye que el sistema puede entrar rápidamente en crisis y perder sustentabilidad (Ver Gráfico 2).

Asimismo, se aprecia con inquietud que la Comisión de Becas en algunos llamados anuales de la convocatoria general a becas doctorales, ha recomendado un bajo porcentaje de los candidatos presentados. Esto se acentúa en las convocatorias 2015, con 29 recomendados de 55 postulantes (sólo 52,72%) y 2016, con 43 recomendados de 65 postulantes (66,15%). Estos porcentajes se consideran bajos al compararlos con la media de los porcentajes de recomendados en la Gran Área KA (78% para las becas doctorales, y 86% para las posdoctorales). Igualmente, los porcentajes de la Gran Área son superiores a los promedios históricos (2012-2017) para la Comisión de Becas de Informática y Comunicaciones, cuyos valores son de 72,5%, en el caso de becas doctorales, y 82,3% para las posdoctorales. Esto permite concluir que los criterios de evaluación de la comisión son algo más rígidos que la media de la gran área.

En la Tabla 12 se presenta la información incluida en la Tabla 10, discriminando por género de los postulantes a efectos de estudiar el impacto del género en el número de postulantes presentados, recomendados y financiados en las convocatorias a becas doctorales. El análisis del contenido de la Tabla 12 muestra un escenario preocupante. En primer término, porque el número de mujeres interesadas en proseguir estudios doctorales es sustancialmente menor que el de varones; la media del porcentaje de postulantes femeninas es 21% en el período analizado. Este porcentaje es similar, aunque algo superior, al de mujeres que concluyen estudios de grado en la disciplina (18,7%), por lo cual es un comportamiento esperable. Sin embargo, es aún más alarmante que este valor decae si se consideran los postulantes recomendados por la Comisión Evaluadora de Becas; del total de becarios recomendados en el período analizado, sólo el 17% son mujeres. Este porcentaje se mantiene al considerar las becas efectivamente financiadas, de las cuales 18% corresponden a mujeres.

Tabla 12: Número de solicitudes, postulaciones recomendadas y financiadas, en el período 2012 - 2017, para las convocatorias a becas doctorales, discriminadas por género.

Becas Doctorales										
	Número Postulantes			Solicitudes Recomendadas			Solicitudes Financiadas			
Año	Fem.	Masc.	Total	Fem.	Masc.	Total	Fem.	Masc.	Total	
2012	11	47	58	7	40	47	8	36	44	
2013	12	34	46	8	32	40	8	32	40	
2014	16	41	57	9	34	43	8	33	41	
2015	10	45	55	3	26	29	3	18	21	
2016	10	55	65	7	36	43	4	24	28	
2017	8	31	39	6	24	30	5	21	26	
Total	67	253	320	40	192	232	36	164	200	

El mismo tipo de análisis, que se muestra en la Tabla 13, se realizó para las becas posdoctorales. En la misma se aprecia que, en el período considerado, sólo un 15% de los postulantes a becas posdoctorales fueron mujeres, con lo cual se advierte una disminución adicional en la participación femenina. Lamentablemente, no se cuenta con información para buscar las razones de esta baja proporción. Esta situación, salvo muy escasas excepciones, se repite en otras partes del mundo. La media de los porcentajes de postulantes femeninas recomendadas por la Comisión fue del 16%, lo cual es un hecho positivo. Asimismo, dentro de las becas postdoctorales financiadas en el período se aprecia un 15% de participación femenina. Esto indica que los aspectos de género, en lo que a evaluación y financiamiento de becas posdoctorales se refiere, parecen ser tratados de manera más apropiada que en el caso de las doctorales.

Tabla 13: Número de solicitudes, postulaciones recomendadas y financiadas, en el período 2012 - 2017, para las convocatorias a becas postdoctorales, discriminadas por género

Becas Postdoctorales										
	Número Postulantes			Solicitudes Recomendadas			Solicitudes Financiadas			
Año	Fem.	Masc.	Tot.	Fem.	Masc.	Tot.	Fem.	Masc.	Tot.	
2012	0	7	7	0	5	5	0	5	5	
2013	3	19	22	2	16	18	1	16	17	
2014	7	24	31	7	22	29	7	22	29	
2015	2	23	25	2	19	21	2	20	22	
2016	2	28	30	1	22	23	1	22	23	
2017	7	14	21	6	10	16	6	10	16	

Total	21	115	136	18	94	112	17	95	112
-------	----	-----	-----	----	----	-----	----	----	-----

Evaluación de Ingresos a CIC

Al ser la disciplina informática “joven”, los criterios de evaluación, tanto para ingresos a Carrera del Investigador, como para promociones, no estuvieron claramente establecidos y han presentado variaciones importantes a lo largo del tiempo. Esta comisión entiende que es necesario arribar a pautas consensuadas, abarcativas, que se mantengan relativamente estables en el tiempo. Los criterios deben contemplar las prácticas habituales de producción científica y tecnológica de las distintas subdisciplinas del área. En este contexto, se considera positivo el hecho de tener una única comisión para ingresos y promociones, lo que evita las diferencias de apreciación que podrían existir de haber dos comisiones. Asimismo, contar con una única Comisión ayudará a que, a corto plazo, se establezcan consensos mínimos en debates que aún persisten en el seno de la Comunidad (por ejemplo, ciencia básica versus aplicaciones e interdisciplina, que se presenta en la Dimensión 1.G) y que afectan el sistema de evaluación.

En relación a los ingresos a la CIC, el análisis de información histórica que se presenta en la Tabla 14 muestra que las oscilaciones en la tasa de recomendación son muy marcadas. Se considera que estas variaciones pueden atribuirse a que el número de ingresos es muy bajo, por el reducido tamaño de la comisión, contribuyendo a que dicha tasa sea más inestable. Una iniciativa tendiente a mejorar el proceso de evaluación, que ha sido recientemente implementada para ingresos a la CIC, incluye mantener entrevistas personales con los candidatos. Los principales objetivos de las mismas son discutir el plan de trabajo propuesto y los aportes personales a los trabajos publicados. Se espera que esta práctica se sostenga en el tiempo.

Tabla 14: Tasa de recomendación en ingresos a Carrera del Investigador Científico y Tecnológico. Años 2012-2016

	Doble recomendación (1)			Al menos un jurado (2)		
	CONICET	KA	Comisión Informática	CONICET	KA	Comisión Informática
2012	46.70%	53.00%	67.90%	52.46%	61.84%	71.43%
2013	46.30%	54.60%	31.00%	54.15%	61.59%	31.03%
2014	45.60%	47.10%	40.00%	55.91%	60.22%	63.33%
2015	46.80%	50.20%	37.50%	62.79%	61.17%	37.50%
2016	51.30%	54.00%	68.80%	62.19%	65.92%	84.38%
2012-2016	47.40%	51.70%	49.65%	57.60%	62.31%	58.74%

(1) Recomendado por ambos Jurados (Comisión Asesora y Junta de Calificación y Promoción)

(2) Recomendado sólo por uno de los Jurados (Comisión Asesora ó Junta de Calificación y Promoción)

Asimismo, puede apreciarse en la Tabla 15, que hasta el año 2015 se otorgaban casi todos los ingresos a los candidatos de la convocatoria general que eran recomendados por la comisión, siguiendo una política acordada con el Directorio, no escrita, de promoción de la disciplina. Sin embargo, a partir de 2016 hubo un cambio radical, año desde el que, para esta convocatoria, se aplica una política de ingresos proporcionales al tamaño de todas las comisiones disciplinarias dentro de la gran área. Si bien el espíritu de las autoridades es atender el desarrollo balanceado de las disciplinas en CONICET, las más chicas son las más perjudicadas por esta estrategia de ingresos equitativos que se aplica en los temas libres. Ocurre que estas disciplinas no están armónicamente desarrolladas con relación al resto y esta política no podrá revertir la situación. Es decir, se está beneficiando a las disciplinas tradicionales y con más investigadores, porque mantener el status quo implica que las grandes seguirán siendo proporcionalmente grandes, y siguen recibiendo más, mientras que las pequeñas no tienen posibilidades de crecer realmente. **En consecuencia, se considera necesario que haya una política diferencial para estos campos disciplinarios, en particular cuando revisten la importancia estratégica que tiene la investigación en Informática y Comunicaciones.**

Tabla 15: Postulantes recomendados y aprobados para su ingreso a la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico. Años 2012-2016.

Año	Doble recomendación (1)			Recomendación al menos un jurado (2)			Ingresos Aprobados		
	CONICET	KA	Comisión Informática	CONICET	KA	Comisión Informática	CONICET	KA	Comisión Informática
2012	750	150	19	843	175	20	725	160	20
2013	747	172	9	874	194	9	843	207	9
2014	779	173	12	955	221	19	957	243	20
2015	800	207	9	1073	252	9	983	270	10
2016	919	241	22	1115	294	27	462	104	10

(1) Recomendado por ambos Jurados (Comisión Asesora y Junta de Calificación y Promoción)

(2) Recomendado sólo por uno de los Jurados (Comisión Asesora ó Junta de Calificación y Promoción)

Con relación a los aspectos de género en la evaluación de ingreso a la CIC, la Tabla 16 presenta las tasas de recomendación promedio (Postulantes recomendados / Postulantes totales) para los candidatos que se presentaron en el período 2012-2016. Un análisis de los datos muestra que la valoración de los postulantes masculinos ha sido superior a la de las candidatas mujeres, apreciándose una diferencia muy significativa. Es llamativo que la tasa de doble recomendación (Comisión Asesora y Junta de Calificación y Promoción) de las postulantes femeninas llega sólo al 36%, cuando el promedio de CONICET, para el período analizado alcanza el 49.7%. En línea con esta afirmación, se advierte que la tasa de recomendación de los hombres es superior al promedio del consejo. Ello parece indicar un sesgo en la valoración, al que habrá que prestar mucha atención en convocatorias futuras.

Tabla 16: Tasas de recomendación promedio para los postulantes a ingreso a CIC en el período 2012-2016

Ingresos a la CIC	Total	Varones	Mujeres	Diferencia
Recomendado por ambos Jurados (Comisión Asesora y Junta de Calificación y Promoción)	49.7%	52.50%	36.00%	16.50%
Recomendado por sólo uno de los Jurados (Comisión Asesora ó Junta de Calificación y Promoción)	58.74%	61.02%	48.00%	13.02%

En relación a aspectos de género en los casos de promociones a la CIC, habiendo analizado en profundidad los datos existentes (incluyendo en algunos casos el análisis de dictámenes individuales) no se detectaron diferencias significativas. Esto no descarta que se deba mejorar la atención puesta en esta cuestión. Por ejemplo, se recomienda que el candidato pueda consignar explícitamente los períodos de maternidad/adopción en el formulario que genera para su evaluación. También se advierte la necesidad de incorporar un campo en el SIGEVA, donde el candidato pueda proveer información adicional referida a situaciones personales (enfermedades propias o del entorno familiar, etc.) y/o laborales (cambio de director o de lugar de trabajo, etc.) no contempladas, que pudieran haber influido en su producción.

Por último, se destaca la necesidad de mejorar en forma sustancial la evaluación de la producción tecnológica de los investigadores, lo que requerirá una profunda discusión de los criterios que se utilizarán. Esta mejora incluye la homogeneización de la carga de información

asociada a la producción tecnológica, así como lograr que haya interoperabilidad entre el SIGEVA y el Sistema de Vinculación Tecnológica (SVT) que emplean la Gerencia de Vinculación Tecnológica y las Oficinas de Vinculación (OVT) de CONICET. Adicionalmente, el sistema SVT necesitaría un proceso de reingeniería importante, que se abordará en la sección correspondiente al Eje “Vinculación con el Medio Social, Económico, Ambiental y Cultural”.

A pesar que se encaren estas mejoras, que son indudablemente necesarias, es probable que se encuentren dificultades en la evaluación de aquellas actividades que se gestionen a través de otras OVT. Es, por ejemplo, el caso de las tareas de transferencia que canalizan las Secretarías/Oficinas de Vinculación/Extensión de Universidades/Facultades, así como Fundaciones asociadas a las mismas y cuyo registro queda por fuera del SVT. En efecto, algunas entidades comunican a CONICET las actividades de vinculación tecnológica realizadas a través de convenios - tal como lo establecen los Convenios Marcos entre las instituciones -, pero esta labor no se registra en el SVT. Además, existen instituciones que no reportan los convenios de vinculación, así como tampoco se informan los servicios de asistencia técnica en la mayoría de los casos.

Consideraciones Generales:

En lo que a temas estratégicos se refiere, se considera que es necesario afianzar y consolidar el proceso de evaluación de los candidatos que se presentan a becas y/o ingresos para poder visibilizar los criterios entre la comunidad de la disciplina. La Comisión detecta que se requiere una discusión continua y amplia sobre la definición de los temas estratégicos en el seno de esta comunidad, teniendo en cuenta un diagnóstico de cobertura de las subdisciplinas de interés y los requerimientos de la Secretaría de Gobierno de Ciencia y Tecnología. En efecto, la definición de los temas estratégicos por parte de personal no especializado, sin consulta a la comunidad, lleva, por ejemplo, a que aparezcan términos coloquiales como “deep web” y “criptomonedas”, que no son disciplinas científicas. Incluir este tipo de temáticas es perjudicial al desarrollo de la informática y dificulta, además, el trabajo de las comisiones evaluadoras.

Otro aspecto, que la Comisión considera muy importante, es tener un representante de la disciplina en la Junta de Calificación y Promociones ya que en los últimos cinco años no lo ha habido. Ello repercute en la evaluación ya que la Junta observa sólo de manera global los criterios de Comisión, sin tener conocimiento de algunos aspectos específicos de la disciplina. Por esto, es importante que el representante reporte sus informes y solicitudes de promoción regularmente en la KA4 y haya sido miembro de la Comisión Asesora.

FODA Dimensión 1.F: Sistema de Evaluación

Fortalezas:

Cultura de evaluación permanente y con alto nivel de exigencia.

Sistema de evaluación relativamente estable para becas.

Revisión de los procesos de evaluación e implementación de mejoras en los mismos.

Reciente incorporación de una entrevista personal para el caso de ingresos a la CIC.

Debilidades:

Falta de consenso general y estabilidad de los criterios de evaluación para ingresos y promociones en la Carrera del Investigador Científico.

Dificultades en la valoración de investigaciones interdisciplinarias y transdisciplinarias por falta de criterios consensuados y estables.

Al momento de la elaboración de este documento no se habían establecido criterios de evaluación de los informes y promociones de investigadores que han ingresado por temas estratégicos, pero que serían evaluados por la Comisión Asesora Disciplinaria.

Carencia de información para la evaluación de la producción tecnológica, la cual podría estar siendo subvalorada porque no puede ser adecuadamente reportada en SIGEVA.

Falta de consideración de aspectos cualitativos en la evaluación de becas como, por ejemplo, la entrevista personal.

Algunos altibajos en las tasas de recomendación de becas que obligarán a prestar mayor atención en los próximos años.

Nula interoperabilidad entre el SIGEVA y los otros sistemas informáticos de CONICET, como SIGERH y SVT.

Falta de estandarización y curaduría de la información cargada en SIGEVA.

Posibles sesgos implícitos en la valoración de candidatas femeninas en convocatorias a becas doctorales e ingresos a carrera del investigador.

Oportunidades:

Jerarquización del área disciplinar a través de la consolidación de procesos de evaluación rigurosos.

Valoración integral de los planes futuros de los candidatos a través de las entrevistas personales.

Amenazas:

La mala definición de los temas estratégicos por personal no especializado puede provocar dificultades en la evaluación.

Valoración simplificada de los aportes de la disciplina por parte de ciertos integrantes del resto de la comunidad científica.

Sistema de publicación diferente al predominante en el ámbito internacional para algunas subdisciplinas puede disminuir las posibilidades de visibilidad. Una escasa valoración de las publicaciones en eventos científicos puede que las desaliente, repercutiendo en forma negativa en la visibilización de la producción de los investigadores/grupos de investigación.

Recomendaciones:

La definición de mejores criterios para la evaluación de investigaciones interdisciplinarias o aplicadas, junto con otras temáticas cercanas a las áreas de la comisión (como ocurre en algunos temas de comunicaciones), podría hacer crecer la disciplina a partir de la incorporación de investigadores de primer nivel.

Dimensión 1.G: DESARROLLO DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN – SUBDISCIPLINAS

A efectos de analizar esta dimensión se efectuó una categorización de las subdisciplinas de informática. La misma se constituyó a partir del Nomenclador del ACM, habiéndose tomado los dos primeros niveles del mismo, los que muestran en la Tabla 17, junto al número de investigadores que trabajan en cada uno de estos campos del conocimiento, tomando como universo el Grupo Ampliado de 202 investigadores. Cabe señalar que esta categorización² fue realizada por los miembros de la Comisión en forma manual y que la misma no es taxativa, ya que muchos investigadores podrían pertenecer a dos o más subdisciplinas.

² La clasificación en disciplinas y subdisciplinas se llevó a cabo tomando como base el Nomenclador de ACM: <https://www.acm.org/publications/class-2012>

Del análisis de la Tabla 17 se concluye que no existe homogeneidad en torno a la distribución de los investigadores en las distintas disciplinas, y se percibe una mayor concentración en *Computing methodologies*, con un 42% del universo considerado. Este 42% se distribuye en *Artificial intelligence* con un 20,8% del total, *Machine learning* con un 7,4% del total, *Parallel and distributed computing* con un 6,9% y en cuatro sub-disciplinas restantes el 6,9% del total. Luego en concentración se encuentra *Software and its engineering*, con un 11,4% (en donde el mayor peso se encuentra en *Software creation and management*), *Theory of computation* con el 11,4% y *Applied computing* con un 10,4%.

Un análisis del contenido de la Tabla 17 revela que hay una muy escasa/nula cantidad de investigadores en ciertas subdisciplinas, que muchas veces no llegan a una masa crítica mínima, producto de la escasa población de investigadores que fuera señalada en la Dimensión 1.A. Asimismo, se detecta que la subdisciplina *Security and privacy* está completamente vacante en el CONICET y en el país. Los pocos especialistas que hay trabajan en el ámbito privado, con salarios muy elevados. Se sugiere que se refuerce la presencia de esta subdisciplina en los temas estratégicos y que se implemente alguna otra política de promoción específica, tal como la radicación de investigadores altamente capacitados del exterior. También se aprecia un número reducido de investigadores trabajando en redes de comunicación y en áreas como Internet de las cosas (IoT) y AgroTICs.

Se destaca la baja participación de investigadores que trabajan en temas de Comunicaciones, con sólo 12 (6%) de los 202 investigadores considerados. Cabe señalar que una parte importante de esta disciplina no fue tenida en cuenta en el análisis, por estar sus investigadores ligados a temáticas de electrónica y hardware, las que resultan ajenas a la definición original de esta comisión. Esta separación de los investigadores en dos comisiones presenta una dificultad para el crecimiento de la disciplina Comunicaciones, que por su relevancia debería ser potenciada.

En cuanto a las aplicaciones, en la categoría de *Applied computing* se observan 21 investigadores (10,4%), con casi la mitad de ellos (9 investigadores) en la subdisciplina *Life and medical sciences*. Esto podría deberse a: (i) la gran cantidad de investigadores que hay en esas ciencias en el país, lo que tracciona naturalmente a la interdisciplina y las aplicaciones hacia ese sector, así como (ii) al interés e impacto social que siempre generan las ciencias de la vida y médicas. Si bien la Tabla 17 parece indicar que el número de investigadores que trabajan en aplicaciones es bajo, el análisis de la producción científica considerada en la Dimensión 1.E brinda una percepción diferente, y muestra que la misma está vinculada a muchas más aplicaciones y trabajos interdisciplinarios. En consecuencia, como se mencionara, la clasificación de la población de investigadores incluida en esta tabla no es concluyente, sino orientativa.

Tabla 17: Distribución del universo de 202 investigadores en disciplinas y subdisciplinas, tomando como base los dos primeros niveles del Nomenclador de ACM.

Human-centered computing	4	Hardware	5
(i) Human computer interaction (HCI)	3	(ii) Commun. hardw., interf. & storage	5
(iii) Collaborative and social computing	1		
Computing methodologies	85	Mathematics of computing	10
(i) Symbolic and algebraic manipulation	3	(i) Discrete mathematics	2
(ii) Parallel computing methodologies	4	(ii) Probability and statistics	5
(iii) Artificial intelligence	42	(iv) Information theory	2
(iv) Machine learning	15	(v) Mathematical analysis	1
(v) Modeling and simulation	7	Networks	8
(vi) Computer graphics	4	(ii) Network protocols	2
(vii) Distributed computing method.	10	(iv) Network algorithms	4
Applied computing	21	(v) Network performance evaluation	2
(ii) Enterprise computing	3	Software and its engineering	23
(iii) Physical Sciences and Engineering	3	(i) Software organization and prop.	1
(iv) Life and Medical Sciences	9	(ii) Software notations and tools	2
(ix) Operations Research	3	(iii) Software creation and manag.	20
(viii) Computers in other domains	3	Theory of computation	23
Information systems	14	(i) Models of computation	2
(iii) Information systems applications	7	(iii) Comput. complexity and cryptog.	1
(iv) World Wide Web	4	(iv) Logic	6
(v) Information retrieval	3	(v) Design and analysis of algorithms	8
Computer Systems organization	9	(viii) Semantics and reasoning	6
(ii) Embedded and cyber-physical syst.	8		
(iii) Real-time systems	1		

El análisis de investigación aplicada motivó una discusión acerca de los límites de la informática, dado su carácter transversal (como tecnología), que no está saldada entre los integrantes de esta Comisión. Es importante destacar que la concepción completamente transversal de la disciplina que adopta buena parte de la sociedad es errónea y podría atentar contra el desarrollo científico de la misma. En este sentido, los integrantes concuerdan que el avance de un campo del conocimiento depende del éxito de sus investigaciones básicas. No obstante, algunos investigadores plantean que también existen una infinidad de problemáticas/problemas que surgen en otras disciplinas o campos (por ejemplo, Industria) y que promueven el desarrollo de la informática, generando nuevos desafíos. Pero suele haber un límite borroso entre el desarrollo de la disciplina en sí misma, como disciplina científica, y la aplicación de conocimiento/tecnologías ya existentes para resolver preguntas científicas y/o

tecnológicas que son propias de otros campos. Tanto el carácter transversal (de las tecnologías), como el relativamente reciente surgimiento de la disciplina como ciencia, dificultan enormemente que se la reconozca como un campo de investigación científica con entidad propia. Si bien preocupa esta percepción del ciudadano común, alarma especialmente la falta de reconocimiento por parte de la misma comunidad científica perteneciente a disciplinas tradicionales, y con muchos más investigadores en el país, que suelen adoptar una visión meramente "instrumental" de la informática.

Buena parte de los miembros de la Comisión sostiene que hay que fomentar la interdisciplinariedad, pero en algunos casos se afirma que toda investigación de los integrantes de la disciplina debe realizar aportes vinculados puramente a la informática. De acuerdo a este último grupo, la producción que es evaluada por la Comisión de informática y comunicaciones debería comunicar avances disciplinarios y estar orientada a través de preguntas de investigación que respondan a la informática. Si esta interpretación se llevase a un extremo, dejaría de lado las investigaciones transdisciplinares (que hoy se promueven en la mayoría de los centros avanzados mundiales), las que prescinden de los límites de las disciplinas. La dicotomía que surge, ya discutida en el párrafo anterior, suele definir un escenario reduccionista de mera confrontación entre la investigación científica y la simple aplicación de conocimientos, que no deja lugar a otras alternativas valiosas, que deberían promoverse en el seno de la comunidad.

Realizar las distinciones que se plantean en los párrafos previos podría ser más crítico en una disciplina joven, como ésta. No obstante, se reconoce que la discusión está presente, en mayor o menor medida, en todas las áreas del conocimiento. Tal vez, el debate se acentúa en la comunidad de Informática y Comunicaciones, en virtud del reducido tamaño de la misma y la mencionada transversalidad a nivel tecnológico. Por lo tanto, es importante que desde CONICET se ejecuten acciones concretas para poder contar con lineamientos claros en cuanto a cómo evaluar la interdisciplina, la investigación aplicada y las aplicaciones, tanto en investigación científica como tecnológica.

FODA Dimensión 1.G: Desarrollo de las líneas de investigación - Subdisciplinas

Fortalezas:

Grupos de investigación en muy diversas subdisciplinas.

Debilidades:

Muy escasa/nula cantidad de investigadores en ciertas subdisciplinas, que muchas veces no llegan a una masa crítica mínima. Se destaca el caso de Comunicaciones y la carencia total de investigadores en Seguridad Informática.

Debates en el seno de la disciplina acerca de la orientación de las investigaciones, que podría caer erróneamente en los extremos de la dicotomía "investigación básica" versus "investigación aplicada".

Amenazas:

Falta de valoración de los aportes científicos por parte del resto de la comunidad científica. En muchos casos se percibe a los informáticos como "técnicos" que tienen que dar soporte a las investigaciones de otras disciplinas.

La evidente transversalidad de las *tecnologías* informáticas atenta con el desarrollo científico de la disciplina. En un contexto de muy baja disponibilidad de recursos humanos, la demanda para potenciar investigaciones de otras disciplinas y las mejores condiciones en el sector

privado, pueden impedir el crecimiento y limitar fuertemente la genuina generación de conocimientos desde nuestro país.

Oportunidad:

Posibilidad de colaboraciones reales con numerosos campos del conocimiento para investigación interdisciplinaria.

Posibilidad de encarar investigaciones transdisciplinarias.

Convertir el atractivo y la transversalidad de la tecnología informática en un motor para el desarrollo científico de la disciplina.

2 - GESTIÓN ABIERTA DE LA INFORMACIÓN

En los últimos años se ha acentuado la tendencia a promover una ciencia abierta (*Open Science*), basada en el acceso libre (*Open Access*) a las publicaciones científicas, a los datos (*Open Data*) utilizados por la comunidad de investigadores, revisión por pares abierta (*Open Peer Review*), así como a las metodologías (*Open Methodology*), entre otros elementos.

En relación al acceso libre a las publicaciones, las principales editoriales como Elsevier, Springer, poseen revistas que permiten publicar artículos con acceso irrestricto completo (Golden Open Access o similar). Esta opción se habilita si los autores pagan una tasa, que suele ser muy elevada (ronda los U\$S 2500), por lo que es actualmente prohibitiva para los científicos argentinos. Por otra parte, es posible acceder a los todos artículos publicados en las revistas de las principales editoriales abonando los derechos de suscripción. Al respecto, es importante reiterar el muy importante rol de la Biblioteca Electrónica, al cual se hizo mención en la Dimensión 1.D.

La mayor parte de las editoriales de la disciplina no cobran por publicar, no obstante buena parte de ellas no son de acceso abierto, lo cual representa una dificultad para la visibilización de la producción local. Este inconveniente podría ser paliado en forma parcial a través del Repositorio Digital de CONICET. Sin embargo, aún no existe una tradición generalizada en relación a poner a disposición (autoarchivar) documentos que permitan su acceso libre, una vez superado el período de embargo (*Green Open Access*). Asimismo, es importante destacar que en la disciplina existen algunas revistas con acceso abierto que no cobran por publicar. En efecto, el campo de *Computer Science* ha sido precursor en este tema, especialmente en el área de Inteligencia Artificial (JMLR, <http://www.jmlr.org/>).

Como resultado del contexto arriba descrito, y tal se observa en el Gráfico 10, la producción científica de la comunidad de informática argentina en medios de acceso abierto es baja. Ésta representó sólo el 6.1% de la producción total en 2017 y se mantuvo en valores similares en los últimos años. Además de las dificultades económicas, otro elemento que podría contribuir a que haya un bajo número de publicaciones *open access* es la mala reputación de ciertas editoriales, que ha hecho que buena parte de la comunidad no las valore en forma positiva. Sin embargo, ello no significa que los investigadores no adhieran al concepto de ciencia abierta. Por el contrario, a través de sus sitios personales muchos brindan acceso a todas sus publicaciones, en formato “draft”, respetando las políticas editoriales. De la misma manera, a través de repositorios, comparten datos, código, etc. También deben destacarse los repositorios institucionales de algunas unidades ejecutoras que brindan acceso abierto, respetando las políticas editoriales, a toda la producción científica de sus integrantes.

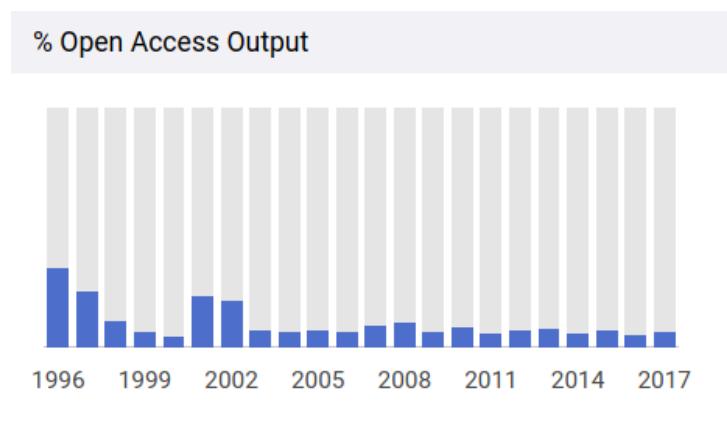


Gráfico 10: Porcentaje de producción científica en medios de acceso abierto sobre producción total para la comunidad de informática Argentina. Información obtenida de SCImago para Computer Science.

Asimismo, debe destacarse que una característica distintiva de la disciplina – ya mencionada en la Dimensión 1.E – es que la comunicación científica se realiza, en parte, a través de la publicación de trabajos completos en congresos, que poseen un sistema de arbitraje riguroso (de tipo *double-blind* en muchos casos) y requieren una inscripción paga sustantiva para la publicación de trabajos. Al igual que en el caso de algunas revistas open access, esto mismo también ha dado mala reputación a ciertas conferencias. Pero más allá de la reputación, el pago de la inscripción, junto con los costos asociados al viaje, hace que para la mayoría de los científicos de nuestro país sea muy difícil tener una presencia sostenida en las mejores conferencias del mundo (ver Dimensión 1.C). Un grupo importante de estos congresos tienen acceso abierto a sus actas, a través de repositorios específicos, tales como NIPS (<https://papers.nips.cc/>), ICML (<https://icml.cc/>), entre otros, o de repositorios que reúnen las actas de varios eventos científicos, como CEUR-Workshop Proceedings (<http://ceur-ws.org/>).

Otra tendencia que se detecta en la disciplina se relaciona al uso de repositorios abiertos de publicaciones (<https://arxiv.org>, por ejemplo). Si bien los artículos que se ingresan a estos repositorios no cuentan con un proceso de revisión por pares, su impacto es cada vez mayor. Éste se advierte en el aumento de citaciones y en la rápida visibilización del trabajo científico, aspecto que es central en informática.

En este campo disciplinario también hay una tradición de la informática a generar código abierto y compartirlo en repositorios públicos. En relación a este aspecto, cada subárea se maneja de manera diferente. Por ejemplo, existen repositorios alojados en los distintos institutos, o se utilizan grandes repositorios de código abierto como github o sourceforge. También se detecta una incipiente tendencia a compartir datos, que algunas veces responde a solicitudes de las editoriales, que cada vez son más fuertes. Se destaca una tradición en la disciplina a la reutilización de datos y código aportados por otros investigadores, principalmente como medio de validación de resultados.

Respecto a la obligación por ley de brindar acceso abierto a los datos de investigación, se detecta que la generación de datos primarios es dependiente del subárea de investigación. La Comisión coincide en que debe realizarse una discusión sobre el formato (metadatos) y la definición de los datos a ser alojados en un repositorio abierto nacional, así como en repositorios institucionales. Si bien en CONICET ha habido una primera iniciativa vinculada al Plan de Gestión de Datos (PDG) de los proyectos PUE, ésta es muy preliminar, requiere continuidad y un mayor esfuerzo que conduzca a la sistematización de los datos.

FODA Eje 2: GESTIÓN ABIERTA DE LA INFORMACIÓN

Fortalezas:

Existencia de un repositorio digital en CONICET.

Tradición en la generación de código abierto e importante tendencia a compartir los datos por parte de la comunidad de Informática.

Existencia de repositorios institucionales abiertos con todas las publicaciones en formato draft.

Debilidades:

Bajo número de artículos publicados como *open access*.

Falta de una conciencia generalizada de las ventajas de las publicaciones de tipo *open access*.

Escasos avances en la sistematización de datos a nivel de CONICET.

Insuficiente financiamiento para publicar en journals Open Access y pagar las inscripciones y costos de viaje para tener una presencia sostenida e impacto en las principales conferencias del área.

Amenazas:

Pobre valoración de las publicaciones científicas de tipo *open access* por buena parte de la comunidad científica.

Reducción del presupuesto solicitado para mantener las capacidades de la Biblioteca Electrónica del ex-MINCyT

Ausencia de un sistema integrado de gestión abierta de la información que articule a las distintas instituciones académicas y de ciencia y técnica de la Argentina.

Políticas de publicación de acceso abierto por parte de prestigiosas editoriales internacionales que imponen costos muy elevados a las mismas

Oportunidades:

Disponibilidad de revistas open access de buena calidad y repositorios abiertos de publicaciones, trabajos en congresos y código donde visibilizar la producción científica.

Disponibilidad de repositorios de datos a nivel internacional.

3.- VINCULACIÓN CON EL MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO, AMBIENTAL Y CULTURAL

Dimensión 3.A: VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA CON EL MEDIO PÚBLICO, PRIVADO Y EL TERCER SECTOR

En virtud de su naturaleza, una parte importante de las investigaciones en Informática y Comunicaciones son cercanas a la industria, por lo que el esfuerzo requerido en actividades de vinculación tecnológica es relativamente escaso. Una prueba de dicha cercanía es el importante grado de intercambio de capital humano entre la investigación y la industria, con un número elevado de becarios e investigadores con un paso previo por el sector privado y con una gran absorción de los recursos humanos altamente capacitados en investigación por algunas de las empresas del sector, especialmente en algunas ciudades. Las iniciativas de transferencia potenciales se encuadran en una variedad de actividades, tales como desarrollo de productos, mejora de productos, mejora de procesos, mejora de servicios, gerenciamiento de datos, incorporación de tecnologías, etc.

Cabe señalar que el concepto de transferencia tecnológica que se aborda en esta sección, implica aportes que no se encuentran desarrollados en el mercado, al menos en el nacional o regional. En este sentido, es necesario diferenciar dos realidades: la “real transferencia de conocimiento” y aquellos desarrollos que pueden ser interpretados como competencia con las empresas locales. Esta segunda alternativa no es contemplada en este documento. A su vez, la efectiva transferencia del conocimiento puede darse de diferentes formas. Una no muy habitual involucra al medio social o productivo en la formulación de los proyectos de investigación, los cuales se inspiran en sus requerimientos; también puede incluir organizaciones adoptantes y/o colaboradoras para la experimentación de resultados. Lamentablemente, pese a que suelen definirse proyectos de esta índole en forma adecuada, muchas veces no se llevan a cabo porque ni la empresa ni el grupo de investigación poseen personal para cubrir las necesidades de desarrollo del proyecto. Otra opción se vincula con la ejecución de proyectos de investigación en forma independiente del medio, lo cual no significa que los resultados alcanzados no puedan luego ser transferidos. Esta alternativa, que ya se representó conceptualmente en la Figura 1, demanda, por lo general, mayores esfuerzos y personal dedicado a la “productización”. En consecuencia, el personal de apoyo en ambos casos juega un rol central en las actividades de transferencia.

Un aspecto distintivo de la disciplina es que las acciones de vinculación y transferencia ocurren naturalmente, tanto en el seno de “su núcleo” – teniendo por destinatarias a las empresas de software y servicios informáticos, de telecomunicaciones, etc. –, como también en relación con otros sectores. Ello ocurre en virtud de los múltiples desafíos interdisciplinarios que involucran a la Informática y las Comunicaciones. Por ejemplo, se destaca la vinculación de algunos investigadores con el sector público, llevando a cabo proyectos de desarrollo de gobierno electrónico, o de infraestructura para “Smart Cities” junto con municipalidades. De la misma forma, merecen citarse actividades de transferencia tecnológica con empresas del sector salud, organizaciones y empresas ligadas al agro, a la industria, al sector de la energía, transporte, etc.

Sin embargo, pese a esa gran potencialidad, las iniciativas de vinculación y transferencia tecnológica no son numerosas aún, o su existencia no se ha formalizado, tal como se explica en los párrafos siguientes. Las razones de esta aseveración se vinculan, entre otros factores, a:

- (i) Una comunidad que es incipiente y pequeña;
- (ii) La falta de difusión interna de la importancia de acciones de vinculación para CONICET, en relación con la publicación de artículos;
- (iii) La carencia de procesos definidos para agilizar los aspectos administrativos necesarios para formalizar las acciones de transferencia;
- (iv) Los escasos vínculos con posibles adoptantes externos que tienen algunos grupos, así como la escasa capacidad de respuesta a pedidos específicos que tienen otros grupos;
- (v) La ausencia de ámbitos de interacción con investigadores de otras áreas con quienes se podrían encarar desarrollos inter- y transdisciplinarios;
- (vi) Las dificultades que poseen otras disciplinas para percibir los aportes

que puede hacer la informática y las comunicaciones. Los otros campos del conocimiento poseen una visión muy técnica e instrumental de estas disciplinas; vi) La falta de personal técnico para cubrir las etapas de desarrollo técnico que requieren todos los proyectos de transferencia, y que las empresas del sector tampoco puede cubrir dado su tamaño (mayormente PYMES, con falta de recursos y personal con la formación necesaria).

Si bien el CONICET posee una reconocida trayectoria en la generación de conocimiento científico de elevada calidad a lo largo de sus 60 años de vida, su relación con el medio socio-productivo es mucho más reciente y débil. En particular, CONICET prestó atención a la vinculación tecnológica recién en los últimos años, lo que se hizo evidente a partir de una valoración positiva de las actividades de transferencia llevadas a cabo por investigadores, la creación de Comisiones Asesoras específicas, y el incentivo/apoyo a las acciones de transferencia a partir de la creación de una Gerencia de Vinculación Tecnológica (GVT) – hasta hace muy poco tiempo Dirección de Vinculación Tecnológica –, y de Oficinas de Vinculación Tecnológica (OVT) en los CCTs. A pesar de estas iniciativas, resta aún mucho trabajo por realizar para que CONICET sea reconocido por la sociedad a partir de sus actividades de transferencia y de la calidad de las mismas. En efecto, las acciones realizadas son todavía muy incipientes y/o insuficientes, más aún en Informática y Comunicaciones, que es una disciplina muy novel en CONICET.

El contexto enunciado en el párrafo previo ha llevado a que muchas de las actividades de transferencia tecnológica se canalicen históricamente a través de las oficinas de vinculación y UVTs de las Universidades que son contraparte de las UUEE, y/o que brindan lugar de trabajo a los investigadores que no pertenecen a la Red Institucional de CONICET. El registro de las mismas en el sistema SIGEVA lo realizan los investigadores involucrados de acuerdo a su criterio. En algunos casos, se pierde información sobre algunas acciones realizadas y/o se las informa de manera inadecuada: se desconoce qué actividades se llevaron a cabo y quiénes participaron en ellas, la duración de las mismas, quiénes fueron los destinatarios de la transferencia, el monto asociado, si lo hubo, etc. Cabe destacar, entonces, que el análisis que se presenta en los siguientes párrafos deja de lado una porción importante de actividades de vinculación. Esta situación fue comentada con personal de la GVT, que coincidió en señalar que en dicha Gerencia poseen dificultades para identificar cuál es la oferta tecnológica. Dependiendo de la relación que exista en cada caso, los vinculadores pueden llegar a conocer muy poco de lo que se hace en materia de transferencia en ciertas unidades ejecutoras de la red institucional, y menos aún en el caso de investigadores cuyos lugares de trabajo están fuera de la red institucional de CONICET.

A partir de la información reportada en las memorias de las unidades ejecutoras pudo apreciarse que, a pesar de su “juventud” en CONICET, la disciplina realiza una cantidad de acciones de transferencia que resulta razonable. En efecto, como indicador numérico de esta afirmación, se destaca que el número de STAN ejecutados en los institutos de la disciplina es similar al reportado en el marco de las otras Comisiones Asesoras que pertenecen a la gran Área de las Ciencias Agrarias, de las Ingenierías, y de los Materiales. No obstante, esta producción tecnológica es escasa si se la compara con la de otras disciplinas, como veterinaria o biología molecular. Debe destacarse que este análisis es, sin embargo, parcial. Por un lado, al basarse en las memorias de las UUEE, no toma en cuenta los servicios que son producidos por investigadores localizados en lugares de trabajo distintos de los institutos de la disciplina (aproximadamente 40% de población del Grupo Núcleo). Por otro, como se señalara en los párrafos precedentes, tampoco se consideran buena parte de los servicios que son canalizados a través de otras UVT, diferentes de INNOVAT.

En cuanto a los convenios, que brindan el marco legal a iniciativas de transferencia de mayor impacto en el medio socio-productivo y que involucran mayores desafíos, se contó con muy escasa información acerca de los mismos. De acuerdo a la experiencia de los integrantes de la Comisión, la Gestión de Convenios por parte de la GVT y de las OVT de los diferentes CCT posee una serie obstáculos adicionales a los que ya de por sí se asocian con la burocracia de este instrumento de vinculación, cuyo necesario análisis siempre demanda varias semanas. En este sentido, la fuerte centralización de CONICET y la nula capacidad de decisión de las OVT, genera muy importantes demoras. Una de las dificultades que se añade se relaciona a la falta de vinculadores con formación en Informática y Comunicaciones, tanto en la GVT (recién a fines de 2018 se incorporó un profesional del área), como en las OVT, que conozca las

particularidades de la disciplina. En efecto, muchos de los productos objeto de la transferencia no son tangibles, no son patentables, su especificación no es precisa *a priori*– si lo fuese, no sería objeto de una actividad de transferencia de conocimiento. Muchas veces la actividad de vinculación demanda una muy elevada interacción con el comitente, que no es un mero receptor de los productos (informes, resultados, etc.), como ocurre en otras disciplinas y, a menudo, participa en los procesos de desarrollo. El desconocimiento de esta situación lleva a interpretaciones erróneas, generando obstáculos que resienten de manera significativa la labor de vinculación.

Como consecuencia del contexto antes descrito, ciertos convenios no llegan a firmarse o su gestión demora tanto tiempo, que cuando se firman, ya el destinatario carece de interés y, por lo tanto, no llegan a ejecutarse. Debe resaltarse que los tiempos de respuesta necesarios, de por sí breves en toda actividad de gestión de la vinculación tecnológica, se acortan mucho más en Informática y Comunicaciones por la propia dinámica de la disciplina. Los miembros de la Comisión coincidieron, en general, en señalar dificultades relativas a la gestión de convenios. No obstante, se detectó que en las distintas OVT había diferentes actitudes hacia este proceso, siendo algunas oficinas mucho más proactivas que otras. Estas diferencias se reducirían en parte en caso de contar con un sistema informático de soporte, que sea de utilidad para la gestión de las herramientas de vinculación. Éste no sólo debería brindar acompañamiento en los procesos de formulación de STAN y convenios, sino también dar soporte durante su ejecución. Por ejemplo, en el caso de los convenios sería deseable poder realizar el seguimiento de los mismos, para así valorar efectivamente si se llevaron a cabo y su impacto, tanto en el grupo de investigación, como en el medio socio-productivo. Contar con estas facilidades de soporte, y lograr que las mismas puedan interoperar con SIGEVA, ayudaría significativamente en los procesos de evaluación del personal que hace transferencia tecnológica, así como a conocer las capacidades de CONICET.

Un aspecto adicional, que debe también señalarse, se relaciona con el hecho que las demoras en la gestión de convenios impulsan a que otra herramienta, como los STAN, se desvirtúe. En efecto, ciertas acciones de vinculación, que deberían ser canalizadas como convenios, por ser desafiantes, únicas y no rutinarias, se formulan a menudo como un servicio. Esta práctica, inclusive, es alentada por personal de algunas OVT.

Un aspecto importante a destacar es que muchos de los problemas antes señalados, las fuertes demoras administrativas en la gestión de todos los instrumentos de vinculación, la falta de un rol más proactivo de las OVT, la distorsión asociada a los STAN, entre otros – se reducirían en forma significativa si la estructura organizacional asociada a vinculación tecnológica tuviese una mayor descentralización; concretamente, un incremento en el número de personas asignadas a las OVT, con mayor especialización de las mismas y, por sobre todo, mayor poder de decisión otorgado a los CCT. Además, si las oficinas locales se fortalecieran, podrían asumir nuevas responsabilidades y salvar otras falencias. Por ejemplo, podrían coordinar esfuerzos con las dependencias encargadas de la vinculación tecnológica en las UUNN y relevar datos de las iniciativas que se canalizan a través de las mismas, que actualmente se desconocen.

Las dificultades sintetizadas en los párrafos precedentes, así como las potencialidades de la disciplina, fueron presentadas al Gerente de Vinculación, Ing. Héctor Pralong, en el marco de un encuentro mantenido durante una de las reuniones de la Comisión. Durante el mismo, el Ing. Pralong fue receptivo a las críticas; no obstante, señaló que muchos de los inconvenientes se deben a la reducción de personal que ha ocurrido en la gerencia a su cargo, producto de que casi todos los agentes están contratados bajo la modalidad Art. 9, con salarios muy bajos, por lo que buscan otras oportunidades. Los integrantes de la Comisión señalaron que los problemas son de larga data, aún cuando la GVT contaba con mucho personal. Asimismo, el Ing. Pralong comentó algunas iniciativas que podrían ayudar a mejorar la gestión de la GVT. Señaló que: (i) Se pretende avanzar hacia una mayor descentralización, brindando mayor autonomía a las OVT; (ii) Se está implementando un software de tipo CRM (“Customer Relationship Management”) para el seguimiento de las actividades de vinculación; Se está trabajando en (iii) la mejora de la normativa de creación de EBTs (Empresas de Base Tecnológica) y en (iv) el desarrollo de convenios preaprobados de confidencialidad, que faciliten los procesos de vinculación. También puntualizó algunos de los logros de su gestión vinculados al aumento del número de licencias de patentes durante el año 2018. Se

intercambiaron ideas acerca de las patentes en informática y comunicaciones. Los miembros de la Comisión señalaron que éstas no adquieren, en general, relevancia en la disciplina, ya que el software no se patenta en nuestro país. También se puntualizó la falta de conocimiento de lo que se hace en materia de transferencia en ciertos Institutos/Grupos de Investigación, cuyas actividades no se visibilizan.

Durante el desarrollo del encuentro se pudo percibir que es necesario que los Grupos y las UUEE de la disciplina trabajen en forma articulada con la GVT y las OVT para que el personal de la Gerencia y las oficinas tenga un mayor conocimiento de las características particulares de este dominio, interiorizándose de sus necesidades y capacidades. Además, el trabajo conjunto permitiría que los investigadores estén mejor informados acerca de las herramientas de vinculación. En relación a este mayor acercamiento, también se planteó su necesidad durante un encuentro con personal de la GVT. En efecto, en una reunión mantenida con la Lic. Paula Salgado también se señalaron los aspectos antes citados y se propuso generar de manera conjunta una plantilla que permita relevar experticias y capacidades, para así poder generar una oferta tecnológica.

Resulta importante señalar que las dificultades centrales de los procesos de vinculación tecnológica, tanto de índole general, como específicos de la disciplina, también se expusieron en una reunión mantenida con el Vicepresidente de Asuntos Tecnológicos del CONICET, Dr. Miguel Laborde. Durante el encuentro se enfatizaron los siguientes aspectos: (i) Las diferentes visiones de los procesos de transferencia que los investigadores perciben entre la GVT y las OVT; (ii) Las dificultades en la formulación y gestión de convenios; (iii) La necesidad de contar con convenios pre-aprobados que cumplan cabalmente esta condición y que contemplen las particularidades de la disciplina; (iv) Los STAN utilizados inadecuadamente, ya que esas transferencias deberían formalizarse como convenios por su naturaleza intrínseca y esto no se hace porque así se evitan los tiempos de gestión desmedidos; y (v) La falta de vinculadores con formación en Informática y comunicaciones en la GVT y las OVT. Finalmente, y no por ello menos importante, se remarcó (vi) la necesidad de contar con personal de apoyo especializado para dar soporte a los procesos de transferencia tecnológica. En general, éstos no pueden ser asumidos en su totalidad por parte de investigadores, ya que necesariamente tendrían que realizar tareas – como relevamiento, codificación, testing, etc. – altamente demandantes de tiempo y lejanas al rol que debe tener un investigador.

Como ya se mencionara con mayor detalle en la Dimensión 1.A, prácticamente no se cuenta con recursos humanos que pertenezcan a la Carrera del Personal de Apoyo y que puedan involucrarse en tareas de vinculación y “productización” de los desarrollos hechos por los grupos de investigación. Si bien se podría suplir esta falencia mediante la contratación de personal temporario, esta alternativa también entraña dificultades. Por una parte, a menudo, esos recursos humanos necesitan de una capacitación previa que no es compatible con los tiempos de la transferencia tecnológica. Por otra, como los tiempos de gestión de los convenios suelen ser poco predecibles, resulta muy difícil asumir compromisos contractuales que involucren la contratación y formación de recursos humanos.

Otra reunión relevante fue la mantenida con el Presidente de CESSI, Ing. Aníbal Carmona, a la cual también concurrió el Dr. Miguel Laborde. También participó de algunos tramos el Ing. Pralong. Durante el encuentro, el Ing., Carmona presentó una visión muy positiva del sector, el cual se encuentra en permanente crecimiento, generando un promedio de U\$S 40.000,00 por empleado por año. También expuso acerca de I+D+i, desde la perspectiva de CESSI, la cual entiende es compartida con 20 Polos y Clústeres distribuidos en el país. Señaló que en la actualidad existen aproximadamente 200 empresas con capacidad de hacer investigación de impacto, aunque su distribución es muy heterogénea. Los integrantes de la Comisión puntualizaron que el Reporte de Datos 2017 (CESSI, 2018) no refleja un auge de la I+D+i, ya que parecería que las empresas no hacen grandes inversiones en este rubro, ni incorporan en su agenda la vinculación con Centros de I+D. Asimismo, en su gran mayoría, carecen de departamentos propios en esta materia. Se concluyó que el concepto de I+D+i es diferente en los mundos de la academia e industria. El Ing. Carmona coincidió en que hay que alinear las voluntades de ambos tipos de actores, estableciendo una agenda de trabajo conjunta que podría incluir, entre otros temas: (i) Becas con empresas en tópicos de interés común que deben aún identificarse, (ii) un suplemento a los becarios doctorales y postdoctorales para acercarlos algo más a los salarios de mercado, (iii) la realización de encuentros de

"networking", etc. Otro de los temas que se abordó fue la Ley de Economía del Conocimiento, que reemplazaría a la actual Ley de Promoción de la Industria del Software y en cuya redacción CESSI está involucrada.

Dimensión 3.B: DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO Y ACCESIBILIDAD A LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

Como se mencionara en el apartado previo, la protección de la propiedad intelectual no es un aspecto que adquiera un rol central en las acciones de vinculación que lleva adelante la disciplina. Asimismo, según la "Ley de Patentes de Invención y Modelos de Utilidad" de nuestro país, los programas de computación no son considerados invenciones. Sin embargo, pueden ser patentables si poseen un efecto técnico (en coincidencia con el criterio que adopta la Unión Europea en la materia) y/o son parte de dispositivos. Bajo esta última modalidad, se debe destacar que han sido otorgadas patentes nacionales e internacionales a institutos de la disciplina. En relación al "efecto técnico" antes citado, el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) elaboró un documento que lo explica. Cabe señalar que en algunos países, como Estados Unidos y Corea del Sur, el software es patentable, pero éste es un punto de controversia. Las controversias acerca de la patentabilidad del software se dan prácticamente en todo el mundo, y se percibe una tensión importante entre quienes promueven la patentabilidad y los defensores del software libre.

En nuestro país, la legislación prevé que la forma de proteger el código de un programa es el depósito en la Dirección Nacional de Derecho de Autor, registrándose el mismo como Software o Página Web. En virtud que el material que se entrega al hacer este registro no se constata, ni se comprueba su originalidad, este mecanismo de protección de la propiedad intelectual es muy poco efectivo, brindando casi nulas garantías, por lo que en la práctica no se lo considera valioso.

El desconocimiento de las cuestiones antes planteadas ha determinado que algunas acciones de transferencia se hayan frenado en la GVT. Más que enfatizar la protección de la propiedad intelectual, se considera más efectivo contar con vinculadores que tengan un conocimiento de la disciplina y de las capacidades existentes en las UUEE, así como en los Grupos de Investigación.

FODA Eje 3: VINCULACIÓN CON EL MEDIO SOCIAL, ECONÓMICO, AMBIENTAL Y CULTURAL

Fortalezas:

En virtud de su naturaleza, una parte significativa de las investigaciones en Informática y Comunicaciones son cercanas a la Industria. Por ende, el esfuerzo requerido para encarar actividades de vinculación tecnológica es relativamente escaso.

Posibilidad de realizar acciones de vinculación relacionadas al núcleo de la disciplina – teniendo por destinatarias a las empresas de software y servicios informáticos, de telecomunicaciones, etc. –, así como también actividades ligadas a otros sectores: Gobierno, Salud, Agro, Industria, Energía, Transporte, entre otros.

Se lleva a cabo un número razonable de actividades de transferencia, sin considerar muchas otras de las que no se tiene información por haber sido canalizadas a través de las universidades.

Debilidades:

Desconocimiento de las particularidades de la disciplina por buena parte de los vinculadores de la GVT y las OVT.

Procesos de gestión lentes para la mayor parte de las herramientas de vinculación, con excesiva centralización de las decisiones en CONICET Central.

Falta de personal de apoyo, el cual juega un rol central en la mayoría de las actividades de transferencia.

Desconocimiento de las capacidades existentes, más aún en el caso de aquéllas que son canalizadas vía Universidades Nacionales u otras instituciones contraparte.

Falta de una conciencia generalizada en la comunidad de la disciplina acerca de la importancia que CONICET otorga a de las acciones de vinculación, en relación a la publicación de artículos en revistas y conferencias.

Comunidad de escaso tamaño, en la que los investigadores cumplen múltiples roles y pueden dedicar escaso tiempo a la vinculación tecnológica.

Conocimiento muy limitado de cuestiones de protección de la propiedad intelectual ligadas a la disciplina.

Amenazas:

Escasos vínculos con adoptantes externos.

Desconocimiento de las capacidades del sistema científico por parte de un sector importante de la industria.

Un número elevado de empresas encara proyectos de bajo impacto a nivel de innovación, no arriesgan mucho a mediano plazo, ya que sólo tratan de sobrevivir en contextos económicos cambiantes. Esto hace que los proyectos de vinculación en los que los grupos de investigación podrían hacer aportes más genuinos, pocas veces se puedan llevar a cabo y/o estén supeditados a financiamiento externo.

La gran mayoría de las empresas del sector son pequeñas o muy pequeñas, por lo que no disponen de capital, ni de recursos humanos para encarar proyectos desafiantes. Asimismo, esta condición aumenta el grado de informalidad en los vínculos con los grupos de investigación, porque éstos, en general, dependen del eventual interés de una o dos personas, sobrecargadas de trabajo.

Ausencia de ámbitos de interacción con investigadores de otras áreas.

Dificultades de las otras disciplinas para percibir los aportes que pueden hacer la Informática y las Comunicaciones al encarar desarrollos inter- y transdisciplinarios. Los otros campos del conocimiento poseen una visión muy técnica e instrumental de estas disciplinas.

Oportunidades:

Fortalecimiento de los vínculos con la CESSI (Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos) a través de acciones coordinadas.

La ley de economía del conocimiento, permitirá fortalecer el sector industrial de acuerdo a la opinión de CESSI. Si ésto ocurriese habría más oportunidades de estrechar lazos entre academia e industria.

Fortalecimiento de los vínculos con diferentes sectores del Gobierno Nacional y los Gobiernos Provinciales y locales para hacer aportes en diferentes campos, tales como Gobierno Electrónico, AgroTICs, Industria 4.0, entre otros.

Gran interés en la actualidad por la Inteligencia Artificial (IA), tanto a nivel mundial como nacional. En el marco del Plan Argentina 2030, se está definiendo un Plan Nacional de IA. Si

bien contempla una subdisciplina en particular, igualmente podría impactar en forma positiva en toda la comunidad de Informática y Comunicaciones.

*Para la elaboración de este eje, se han considerado las reuniones con: Ing. Héctor Pralong (Gerente de Vinculación Tecnológica CONICET), Dr. Miguel Laborde (Vicepresidente de Asuntos Tecnológicos CONICET, Presidente a cargo), Ing. Aníbal Carmona (Presidente de CESSI)

4.- ARTICULACIÓN

Dimensión 4.A: ARTICULACIÓN CON UNIVERSIDADES Y ORGANISMOS NACIONALES Y PROVINCIALES DE CIENCIA Y TÉCNICA

Las Universidades Nacionales (UUNN) son, en general, el principal socio del CONICET, y en esta disciplina en particular también lo son. En efecto, cinco de las seis unidades ejecutoras específicas (CIFASIS, ISISTAN, CSC, ICC, sinc(i) e ICIC) son institutos en los cuales hay una doble dependencia con CONICET y con cinco Universidades Nacionales diferentes, tal como se describe en la introducción de este documento. Asimismo, cuatro de estas UUEE tienen sede en edificios propios de las universidades. La ubicación de los cinco institutos antes citados guarda relación con los distritos de mayor concentración de investigadores: Santa Fe, con dos UUEE, provincia de Buenos Aires con otras dos y CABA con una.

Una alta proporción de los investigadores tienen lugar de trabajo en este tipo de unidades, en institutos no específicos de la disciplina que también dependen de Universidades Nacionales o directamente trabajan en sedes de UUNN. Con relación al Grupo Núcleo, de acuerdo a datos de 2017, un 65,5% de los investigadores se desempeña en unidades ejecutoras que poseen convenios con UUNN. Se destaca que este porcentaje era de sólo 28,9% en 2007, año en el que se creó CIFASIS, el primero de los institutos específicos de la disciplina. Si a los investigadores que trabajan en institutos de doble dependencia, sean éstos específicos o no de la disciplina, se agregan los que tienen lugar de trabajo en UUNN (29,7%), se alcanza un total de 95,2%, lo cual da sustento a la afirmación inicial.

Las relaciones con las UUNN son diversas, siendo en algunas situaciones de muy buena calidad. En estos casos, existe coordinación de esfuerzos y aporte de recursos de diversa índole (presupuesto para funcionamiento, recursos humanos, etc.) por parte de ambas instituciones. Por el contrario, en otras situaciones la presencia y aportes de las Universidades son casi nulos. El tipo de relación que se mantiene está condicionado, en todos los casos, por la relación general que el CONICET posee con la Universidad en cuestión. Es decir, en ningún caso es particular de la disciplina Informática y Comunicaciones.

Se considera que los vínculos con las UUNN son provechosos y de beneficio mutuo en relación a la formación de recursos humanos, el fortalecimiento de la disciplina, la mejora del nivel académico en carreras de grado y postgrado, entre otros factores. No obstante, podrían lograrse muchas mayores sinergias. Cuando ya existe buena articulación, ésta debería mantenerse, y de ser posible, mejorarse. Asimismo, se deberían hacer esfuerzos para implementar acciones correctivas cuando la articulación es baja o nula. En particular, se detectan dos tipos de situaciones de debilidad relacionadas a la gestión de unidades ejecutoras. En algunos casos la presencia del CONICET está limitada a un gran aporte de Capital Humano, por lo que sería importante que tenga una mayor presencia en los aspectos de gestión y administración de las unidades. Por el contrario, en otras situaciones, las UUNN son las que tendrían que tener mayor injerencia en los aspectos de gestión de los institutos, los cuales están orientados exclusivamente por CONICET.

En contraposición a la relación que existe con Universidades, se detecta que en relación a temáticas de la disciplina, es muy escasa y aislada la articulación con otras agencias gubernamentales de ciencia y tecnología, como CNEA, CONAE, INTA e INTI. La relación se circunscribe a proyectos de investigación y desarrollo que involucran grupos de algunos de estos organismos, en especial INTA e INTI, con unos pocos grupos de investigación de la disciplina. Se trata, entonces, de esfuerzos aislados y muy dependientes de las personas, ya que no se han identificado convenios ni iniciativas formales que permitan articular líneas de investigación y/o financiamientos. Las características propias de la disciplina indican que la situación debería ser totalmente opuesta, pues existen campos del conocimiento y tecnológicos que demandan aportes de Informática y Comunicaciones junto a otras disciplinas, aportes que de hecho no ocurren o se dan de manera exigua. Los miembros de la Comisión tienen conocimiento de iniciativas específicas – por ejemplo, de Industria 4.0 en el caso del INTI, o de AgroTICs en el caso de INTA, en las cuales sería deseable una participación formal de CONICET.

En cuanto a los organismos provinciales de ciencia y técnica, son muy pocas las provincias que los poseen. No obstante, la Comisión considera que se deberían promover mecanismos de complementación y búsqueda de sinergias – actualmente inexistentes - en aquellos casos en los cuales estos organismos estén proveyendo recursos financieros y/o humanos con regularidad. Se hace referencia, por ejemplo, a las situaciones de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires o de los Ministerios de Ciencia y Tecnología de las provincias de Córdoba y Santa Fe.

FODA Dimensión 4.A: Articulación con Universidades y Organismos Nacionales y Provinciales de Ciencia y Técnica

Fortalezas:

Existe una articulación entre CONICET y las UUNN.

El CONICET y las Universidades obtienen beneficios mutuos en relación a la formación de RRHH, consolidación de la disciplina, cobertura de subdisciplinas de vacancia, así como el fortalecimiento de Carreras de Grado y Posgrado.

Creación de seis unidades ejecutoras de la disciplina en los últimos diez años.

Debilidades:

Relaciones de muy diferente índole con las universidades nacionales.

Escasa articulación con otros organismos de ciencia y técnica nacionales como INTA, INTI, CONEA, CONAE, etc.

Ausencia de iniciativas de articulación con organismos de ciencia y técnica provinciales.

Dificultades para coordinar acciones con otras instituciones debido a diferentes culturas, la existencia de distintas normativas, entre otros aspectos, que parecerían ser difíciles de sortear.

Oportunidades

Posibilidad de incrementar la articulación con Universidades Nacionales y diferentes organismos de ciencia y técnica, tanto nacionales como provinciales.

Participación en programas, iniciativas de desarrollo de planes y foros, tanto directamente ligados a la disciplina (por ejemplo, Plan Nacional de Inteligencia Artificial), como en los que la disciplina se articula con otros campos del conocimiento (por ejemplo, AgroTICs, Industria 4.0, etc.).

Posibilidad de aprovechar el interés que despierta la Inteligencia Artificial, tanto a nivel global como nacional.

Amenazas

Elevada heterogeneidad en el sistema universitario argentino, lo que dificulta los procesos de articulación.

Contextos políticos y económicos cambiantes, así como carencia de políticas de estado, que obstaculizan posibles acercamientos con otros ministerios y con gobiernos provinciales.

Dimensión 4.B: INTERACCIÓN ENTRE CENTROS Y/O GRUPOS DE INVESTIGACIÓN (DEL PROPIO CONICET O DE OTROS ORGANISMOS) CON LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN AFINES.

Los investigadores CONICET de Informática y Comunicaciones se encuentran distribuidos en diferentes instituciones. A continuación se presenta un análisis de las mismas con la finalidad de conocer el contexto en el cual se pueda articular la colaboración.

Para sintetizar, primeramente se presenta una tabla de la distribución de investigadores CONICET, considerando diferentes contextos: unidades ejecutoras dedicadas a temas de informática, unidades ejecutoras que no se enfocan exclusivamente a informática sino a áreas más amplias o otros temas específicos vinculados al área, y universidades u otras instituciones que no dependen de CONICET. Cabe aclarar que el último grupo no implica en todos los casos grupos aislados, sino que hay un número significativo de ellos que se encuentran concentrados en institutos, centros, u otro tipo de nucleamiento dependientes de las propias universidades u otros organismos nacionales o provinciales.

	Investigadores	Porcentaje
Investigadores en Unidades Ejecutoras de Informática	77	38.12%
Investigadores en otras Unidades Ejecutoras o CIT	53	26.23%
Investigadores fuera de Unidades Ejecutoras CONICET	72	35.65%
Cantidad de investigadores CONICET Informática	202	100.00%

Como se puede observar en la tabla, el 38.12% de investigadores CONICET del área de informática se encuentran trabajando en Unidades Ejecutoras del área de Informática, con un promedio de 15 investigadores por Unidad Ejecutora. El 26.23% de investigadores CONICET del área de informática se encuentran en otras Unidades Ejecutoras, en especial de ingeniería o matemática, o en algún CIT, con un promedio de 2 investigadores por lugar de trabajo. El 35.65% restante de los investigadores se encuentran fuera de unidades ejecutoras, en universidades. Estos investigadores se encuentran en Universidades en una alta concentración en CABA, La Plata, Tandil, y Córdoba; en grupos incipientes en San Juan, Mendoza, Río Negro, Neuquén y San Luis; y con apenas un investigador en Chaco, Chubut, Corrientes, La Pampa, Salta, Santa Cruz y Tucumán.

Existen antecedentes de interacción entre diferentes grupos de investigación, tanto participando en proyectos específicos como en asociaciones para participar en proyectos de mayor volumen. Es importante mencionar estos últimos, los cuales se han basado en las propuestas del ANPCyT como PAV (Proyectos de Área de Vacancia) y PAE (Proyectos de Áreas Estratégicas). Los grandes proyectos mencionados fueron concebidos y ejecutados con antelación a la creación de las unidades ejecutoras propias de informática. Se considera que el PAV fue exitoso en generar una primera articulación y conocimiento entre diversos grupos incipientes, y la formación de numerosos recursos humanos. Por otro lado los PAE fueron positivos en el acceso a financiamiento específico para grupos que no lo hubiesen conseguido de otra forma, aunque no mejoraron específicamente la articulación a nivel local o país.

Existen limitados ejemplos de colaboraciones de investigación entre grupos, que han llevado a publicaciones conjuntas, y muy pocos ejemplos de acceso a financiación conjunta. Se han realizado reuniones con autoridades de CONICET para conformar redes para incrementar estas colaboraciones, en particular para realizar estadías en distintos grupos que incrementen el conocimiento mutuo y la investigación conjunta, aunque todavía no se consiguió ese objetivo. Se destaca que desde la creación de las unidades ejecutoras se ha conformado una red informal con reuniones periódicas entre los directores de unidades, con el objetivo concreto de mejorar la articulación y coordinación de las actividades de las UE.

En este contexto, en 2018 se realizó por primera vez una Reunión de Investigadores CONICET en el área de Informática en el marco de las 47avas Jornadas Argentinas de Informática (JAIIo), llevadas a cabo en la Univ. de Palermo, Buenos Aires, en septiembre de 2018. En este evento se pudo congregar a varios investigadores de distintas Unidades Ejecutoras y compartir experiencias sobre procesos de evaluación, criterios vinculados a la elección de revistas científicas para publicación, etc. En el área de Comunicaciones, investigadores localizados en lugares de trabajo distribuidos en distintas provincias del país, conformaron una Red de Investigadores en Comunicaciones que estuvo activa durante 12 años hasta el año 2017. Esta red tuvo por objeto la formación de recursos humanos especializados en el área, proveyendo

financiamiento para compartir entre los distintos grupos los cursos especializados dictados en cada nodo por especialistas locales y extranjeros.

Aunque existen experiencias de investigación interdisciplinaria, éstas no son numerosas y en general se limitan a pequeñas iniciativas de colaboración y no a una real articulación de los recursos y capacidades. Existe consenso en la comunidad en la importancia del trabajo interdisciplinario, aunque se destaca el peligro de que no se realice verdadera investigación conjunta, sino un simple apoyo informático a investigadores de otras disciplinas. Es importante notar que la comunidad científica en general en muchos casos no posee un conocimiento acabado del aporte disciplinar del área de Informática y Comunicaciones, y adopta un comportamiento reduccionista en el que se ve al investigador como un “experto” en el uso de tecnologías informáticas, antes que un profesional con capacidades para el diseño y desarrollo de las mismas. Esto es un elemento negativo al momento de considerar proyectos interdisciplinarios con otras áreas del conocimiento. Debe realizarse una labor de divulgación hacia otras disciplinas científicas sobre el aporte disciplinar que brinda el área de Informática y Comunicaciones.

FODA Dimensión 4.B: Interacción Entre Centros Y/O Grupos De Investigación (Del Propio Conicet O De Otros Organismos) Con Líneas De Investigación Afines.

Fortalezas:

Los integrantes de la disciplina tienen mecanismos de comunicación y de interacción efectivos, como lo demuestran las presentaciones exitosas a grandes líneas de financiamiento en el pasado.

Debilidades:

Los grupos de investigación suelen ser pequeños y se prioriza el fortalecimiento de cada grupo trabajando en temáticas propias antes que la interacción con otros grupos.

Oportunidades

Interés de muchas otras disciplinas, dentro o fuera del CONICET, en utilizar tecnologías provenientes del área de Informática y Comunicaciones.

Amenazas

Posibilidad de que la contribución específica de un trabajo interdisciplinario quede diluido al interactuar con áreas más consolidadas y de mayor presencia que ésta.

Dimensión 4.C: ARTICULACIÓN CON LA POLÍTICA DE CyT NACIONAL.

El Plan Argentina Innovadora 2020 (PAI 2020) fue el marco de planificación dentro del cual se desarrollaron las actividades del sector de Ciencia y Tecnología en los últimos años. Es a partir de dicho plan que se establecieron las líneas estratégicas para los distintos instrumentos de financiamiento del estado. En ese sentido, el PAI 2020 es el instrumento que definió las relaciones de las distintas áreas de CyT con el estado, y en particular, del área de Informática y Comunicaciones. Al realizar el análisis de esta dimensión, es importante resaltar que el PAI 2020 no refleja la importancia de la disciplina en la transformación digital de la sociedad. La misma es considerada sólo como una tecnología transversal cuya importancia es apreciada a través de los resultados en otras áreas. Como contrapunto, podemos citar el plan europeo Horizon 2020 que prevé explícitamente fondos de investigación al área TIC (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/find-your-area>).

En forma general, no se visualiza una articulación coordinada entre los organismos nacionales de distintos niveles. Sería de gran utilidad generar agendas de investigación en forma conjunta para la elaboración de planes de investigación en los distintos niveles: nacional, provinciales, municipal. Dada esta falta de articulación a nivel nacional, la vinculación de dichos organismos con los investigadores del área queda limitada a los esfuerzos individuales de los mismos, sin representar una actividad relevante.

A partir del año 2016, el llamado de ingreso a la CIC incluyó un listado de temas estratégicos elaborado por el CONICET, acorde con el PAI 2020. En este punto, es muy importante recalcar que para poder sostener un crecimiento consistente del área disciplinaria, es necesario consolidar y mantener estas líneas estratégicas o prioritarias durante un periodo de tiempo de alrededor de 5 años. De este modo, los candidatos a ingreso pueden orientar su formación doctoral o posdoctoral de acuerdo a los intereses de la política nacional. En caso contrario, los temas estratégicos constituyen sólo otra modalidad de presentación al concurso de ingreso.

En este punto, hay que mencionar a la fundación Sadosky. La misma constituye un ámbito de interacción entre el gobierno nacional (a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación) y las cámaras empresariales del sector TIC (CESSI y CICOMRA). Algunos investigadores del área han tenido vinculación con la fundación a través de la participación en programas de la misma, pero dicha experiencia no se ha podido extender a todos los investigadores del área.

Dimensión 4.D: ARTICULACIÓN CON LOS GOBIERNOS NACIONALES, PROVINCIALES Y LOCALES

La articulación con distintos sectores del estado es en general muy pobre. En particular, en el gobierno nacional se detectan potenciales socios con quienes trabajar en desarrollos tecnológicos y con los cuales se registra un muy bajo nivel de interacción. Por ejemplo, no hay una relación establecida con el Ministerio de Defensa, con el cual se podría tratar de generar proyectos en común que coordinen esfuerzos en ciberseguridad. Del mismo modo, el área de análisis de imágenes o el de ciencia de datos son dominios en los cuales otros ministerios podrían tener interés en realizar desarrollos en conjunto. La disciplina tiene aportes potenciales que permitirían también generar proyectos con el Ministerio de Seguridad sobre cuestiones de seguridad ciudadana, o con el Ministerio de Producción en AgroTICs, para citar algunos. Sin embargo, no hay un ámbito de vinculación que posibilite este intercambio.

En cuanto a relación con las provincias, algunas de ellas tienen agencias provinciales de financiación de la ciencia, o investigadores o becarios propios. Los esfuerzos de articulación son escasos en esta área, aunque se considera que la nueva agencia santafesina tiene una buena articulación, con líneas de financiamiento complementarias a las nacionales y apropiadas para el área TIC.

A nivel municipal, se destaca que existen relaciones con municipalidades en varios casos. En general en estos casos hay un soporte a la investigación en el aporte de datos relevantes a problemas de interés, dando lugar a asociaciones con beneficio para las dos partes, aunque no hay una verdadera articulación de los recursos.

En cuanto al aspecto legal, se considera que la investigación en seguridad informática requiere un estudio particular. Como fuera explicitado anteriormente, el tema de seguridad informática es un tema vacante en el país. Dada la importancia estratégica de esta actividad para el país, es necesario que se establezca una legislación especial que proteja las tareas propias del investigador sin perjudicar la privacidad de las personas y sus bienes. Éste es un tema delicado que debe ser tratado en forma conjunta por expertos en derecho y en informática.

También es importante destacar el problema que plantean las leyes referentes a privacidad de los datos personales, que incluye las imágenes de la vía pública. Las mismas tienen variantes

a nivel nacional, provincial y municipal que no siempre son coherentes entre sí. Por otro lado, es importante difundir dichas normas entre los investigadores para que la consideración de las mismas sea incluida en proyectos que incluyen datos de este tipo.

Dimensión 4.E: INSERCIÓN INTERNACIONAL INCLUYENDO LA COOPERACIÓN CIENTÍFICA

La cooperación internacional está basada en relaciones interpersonales de los investigadores del área y está apoyada por convocatorias de financiamiento institucionales. Se reportó la participación de grupos de investigación en convocatorias internacionales de la Unión Europea en el marco de programas europeos para ciencia y tecnología (ej. COST Actions, proyectos en el marco de Horizonte 2020, etc.).

Se destaca el uso de instrumentos como los Proyectos Bilaterales Argentina - Europa que ofrecía el MINCyT, con países como Bélgica, Alemania, Portugal, Eslovenia, Hungría, Rumanía, Francia, República Checa, donde pese a ser un financiamiento pequeño destinado al pago de pasajes o estadías cortas, crean una sinergia con las contrapartes que resultan muy fructíferas. Sin embargo se resalta que el país no participa en programas de cooperación que requieran una contraparte del estado nacional. Estos programas permitirían a los investigadores nacionales acceder a programas internacionales de financiamiento más sustancial.

En general se considera que hay una baja inserción internacional, dada la constante falta de financiamiento para esta actividad.

5.- DIVULGACIÓN DE LA DISCIPLINA

Los investigadores de la disciplina han participado en actividades de divulgación, siendo uno de los objetivos primarios para esto promocionar las carreras de grado de la disciplina a nivel nacional. En los últimos tiempos se ha sumado el objetivo de atraer a más candidatos de género femenino a las carreras dado que en la última década representan un porcentaje aproximado al 18%.

Este tipo de actividades las realizan habitualmente los mismos investigadores de la disciplina, información derivada del hecho de que es habitual que los investigadores las reporten en sus informes al CONICET. Sin embargo, es necesario resaltar que estas actividades no han sido valoradas en la evaluación de los informes como lo son en otras áreas. Por consiguiente, está pendiente una discusión sobre la valoración de esta actividad para la disciplina.

Por otro lado, la participación de investigadores del área en ámbitos de especialistas internacionales es conocida. Por ejemplo, en el área de Informática, IFIP, la International Federation for Information Processing (www.ifip.org), tiene grupos de trabajo de fuerte concentración temática en los cuales participan entre 15 y 30 expertos seleccionados internacionalmente. Dentro de varios de estos grupos hay investigadores argentinos. Sin embargo, la participación en las reuniones de los grupos de trabajo requieren un financiamiento que es escaso en el país.

Algo similar ocurre con la participación en los congresos más importantes a nivel internacional. Si bien los investigadores argentinos participan presentando trabajos o participando de los comités técnicos, los recursos para tal fin son muy limitados y deben ser racionados para cubrir otras necesidades.

En general, todas estas actividades que requieren la participación en paneles/grupos de trabajo internacionales, necesitan recursos que, con el actual costo del dólar y el reducido incremento en el monto de los subsidios, resultan inviables.

GLOSARIO

ACM: Association for Computing Machinery

AMBA: Área Metropolitana de Buenos Aires, que incluye la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los Partidos del Conurbano

ANPCyT: Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

CESSI : Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos

CIC: Carrera del Investigador Científico y Tecnológico

CIC-BA: Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

CONEA: Comisión Nacional de la Energía Atómica

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

CPA: Carrera de Personal de Apoyo del CONICET

CRM: Sistema de gestión de relaciones con clientes (“Customer Relationship Management”)

HPC: High Performance Computing

IFIP: International Federation for Information Processing (www.ifip.org).

IoT: Internet of Things, o Internet de las cosas.

KA: Código utilizado para identificar al Gran Área de “CIENCIAS AGRARIAS, INGENIERÍAS Y DE LOS MATERIALES. Comprende las disciplinas de Ciencias Agrarias; Ingeniería Civil, Eléctrica, Mecánica e Ingenierías Relacionadas; Hábitat; Informática; Ingeniería de Procesos Industriales y Biotecnología

KA4: Código utilizado para identificar la comisión de “Informática y Comunicaciones” en el ámbito del Gran Área KA de CONICET.

MINCyT: ex-Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

OVT: Oficina de Vinculación Tecnológica de CONICET

PIP: Proyecto de Investigación Plurianual

PUE: Proyecto de Unidad Ejecutora. Modalidad implementada por CONICET para subvencionar a través de una “Idea Proyecto” a las diferentes Unidades Ejecutoras por un período de 5 años.

Red Institucional CONICET: Comprende a los Institutos de Investigación y Desarrollo que son propios de este Consejo o por convenio con otras instituciones. Incluye: Centros Científicos Tecnológicos, Unidades Ejecutoras, Unidades en Red, Grupos vinculados y Unidades Asociadas.

RF: Radiofrecuencia

SECyT: Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología, ex-Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

SNCAD: Sistema Nacional de Cómputo de Alto Desempeño

SPU: Secretaría de Políticas Universitarias, dependiente del Ministerio de Educación de la Nación.

STAN: Servicio Tecnológico de Alto Nivel

SVT: Sistema de Vinculación Tecnológica

UUEE: Unidades Ejecutoras

UUNN: Universidades Nacionales

Bibliografía

- André, C, Borma, M., 2018. The ICT sector is booming. But are women missing out? European Data Journalism Network. April 2018. Accedido Octubre 2018. <https://www.europeandatajournalism.eu/News/Data-news/The-ICT-sector-is-booming.-But-are-women-missing-out>
- Baird, 2018. Baird, C. Male-dominated stem disciplines: How do we make them more attractive to women? IEEE Instrum. Meas. Mag. 21(3): 4-14 (2018).
- BMBF, 2007 - BMBF, Federal Ministry of Education and Research, ICT 2020. Research for Innovations, Bonn-Berlin (2007).
- Bonder, G. , 2018. Infancia, Ciencia y Tecnología: un análisis de género desde el entorno familiar, educativo y cultural, <http://www.catunescomujer.org/wp-content/uploads/2017/11/STEM.pdf> Accedido 21/10/2018.
- CESSI, 2018 - CESSI - Reporte de Datos 2017 - OPSSI (COMISIÓN DE ESTADÍSTICAS DE CESSI). ABRIL 2018.
- EC-DA, 2015 - European Comission, Digital Agenda for Europe, https://eige.europa.eu/resources/digital_agenda_en.pdf, 2014, Accedido: Octubre 1, 2018.
- EC-ICT, 2018 - European Comission, ICT Research & Innovation, <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/ict-research-innovation>. Accedido: Octubre 1, 2018.
- EIGE, 2018. European Institute for Gender Equality. https://eurogender.eige.europa.eu/system/files/events-files/women_and_men_in_ict_presentation.pdf. Accedido 21/10/2018
- Europarl, 2012. European Parliament. Women in ICT, http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2012/462469/IPOL-FEMM_NT%282012%29462469_EN.pdf
- Europarl, 2018a. European Parliament. More women in ICT: empowering women in the digital world. <http://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20180301STO98927/more-women-in-ict-empowering-women-in-the-digital-world>. Accedido 20/10/2018.
- Europarl, 2018b. European Parliament. The underlying causes of the digital gender gap and possible solutions for enhanced inclusion of women and girls. http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/604940/IPOL_STU%282018%29604940_EN.pdf. Accedido 20/10/2018.
- Google, 2018 - Google Scholarship Program - <https://google.onlineapplications.net/applications/default.asp>
- HESA-UK, 2018 - Higher Education Student Statistics, UK, 2018 <https://www.hesa.ac.uk/news/11-01-2018/sfr247-higher-education-student-statistics/subjects>. Accedido: Octubre 1, 2018.
- Lehman K.J., Sax, L.J., Zimmerman, H.B., 2017. Women planning to major in computer science: Who are they and what makes them unique? Computer Science Education 26(4): 277-298..

Martínez de la Cruz, V., Chesñevar, C. 2013. Encouraging Women Participation in Free and Open Source Software Organizations: The GNOME OPW Initiative. Proc. of JAIIo 2013, 10ma Jornada de Software Libre (JSL), Córdoba, Argentina, 16-20 septiembre 2013.

NSF, 2014a. National Science Foundation, 2014, Higher Education in Science and Engineering. Chapter 2. <https://www.nsf.gov/statistics/seind14/content/chapter-2/chapter-2.pdf>, Accedido 08/10/2018.

NSF, 2014b. National Science Foundation, 2014, Higher Education in Science and Engineering. Chapter 2. Appendix Table 2-17. <https://www.nsf.gov/statistics/seind14/content/chapter-2/at02-17.pdf>, Accedido 08/10/2018.

Sadosky, 2014. Y las mujeres... ¿dónde están? - Informe sobre Género en Informática - Fundación Sadosky, 2014. <http://www.fundacionsadosky.org.ar/wp-content/uploads/2014/06/Informe-sobre-Genero-final.pdf>

Vardi, M., 2018. How we lost the women in computing. Commun. ACM 61:5, 9.

Yansen G., Zukerfeld, M., 2014. Why Don't Women Program? Exploring Links between Gender, Technology and Software, Science, Technology & Society, 19:3, 305–329.