

PEDECIBA

Respondiendo a un desafío que perdura

Por Enrique P. Lessa y María H. Torre*

En octubre de este año se cumplen 25 años de la creación del Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA), uno de los instrumentos más exitosos en favor del desarrollo científico nacional.

Génesis

El PEDECIBA fue el fruto de diálogos entre científicos residentes en el país y en el extranjero en los años previos e inmediatamente posteriores a las elecciones de 1984, que representaban el fin de la dictadura militar ocurrida en Uruguay entre 1973 y 1985. La investigación científica había sobrevivido en el país pese a la intervención de la Universidad de la República (UdelaR) por los militares y la emigración de muchos de sus destacados científicos y de otros actores, por motivos políticos.

Sobrevivió, pero restringida a pequeños ámbitos en

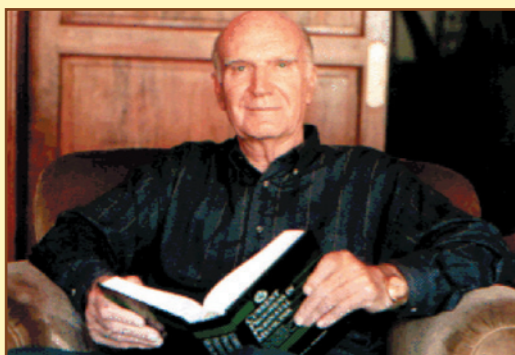
algunas facultades e institutos de investigación. A excepción de las especialidades médicas y el doctorado en química, la UdelaR no tenía un sistema de posgrados establecido. Por otra parte, existía un importante contingente de científicos dispersos en el mundo, que constituían un capital humano significativo para eventuales planes de desarrollo científico. Se vislumbraba la oportunidad de atraer a muchos de ellos al Uruguay, y la certeza de contar con la amplia mayoría para dar impulso a la ciencia en el país.

No cabe duda que el PEDECIBA es fruto de un enorme esfuerzo colectivo que involucró a decenas de investiga-

dores de diversas disciplinas. Sin embargo es igualmente justo señalar que la figura del Dr. Roberto Caldeyro Barcia, un destacado investigador ampliamente reconocido en el país y en el exterior, fue clave para la creación del Programa. En efecto, Caldeyro se convirtió en una figura unificadora y símbolo de un movimiento de desarrollo de las ciencias básicas en el país.

Los obstáculos para semejante emprendimiento eran mayúsculos. La UdelaR debía transitar por un arduo camino de recomposición de su plantel docente y de sus actividades de investigación. Sin embargo, aun en esas circunstancias, contenía algunos núcleos valiosos dedicados a la ciencia. Existían asimismo grupos de trabajo extrauniversitarios, particularmente, en lo referente a las ciencias básicas, en el Instituto de Investigaciones Biológicas (hoy Instituto de Investigaciones Biológicas "Clemente

Roberto Caldeyro Barcia



"El PEDECIBA tuvo el honor de tener al Dr. Roberto Caldeyro Barcia como su primer Director Académico. Caldeyro fue, a partir de la década del cincuenta, ejemplo paradigmático para la comunidad científica nacional e impulsor incansable y particularmente exitoso de las ciencias básicas. Entre

1950 y 1970 Uruguay tenía apenas unas pocas decenas de ciudadanos que realizaban alguna forma de investigación científica. Resulta sorprendente que algunos de estos escasos científicos compatriotas pudiesen realizar, durante este período, aportes perdurables a la ciencia. Esto se logró gracias al talento excepcional de estos pioneros y a su enorme esfuerzo personal para llevar adelante una labor ingente y solitaria de formación de investigadores, construcción y equipamiento de laboratorios y bibliotecas, difusión de la ciencia, acceso a los principales centros científicos y conformación de un espacio institucional mínimo que los cobijara. (Introducción del Dr. Rodolfo Gambini al libro "Roberto Caldeyro Barcia, el mandato de una vocación", por Alcides Beretta Curi)."

Integración de la Comisión Directiva y los Consejos Científicos de las Áreas del PEDECIBA	
Comisión Directiva	
Número de miembros	Integrantes
1	Director académico (designado a propuesta de la UdelaR)
1	Subdirector académico (designado a propuesta del MEC)
6 (con dos votos en total)	Coordinadores de las áreas
3	Representantes de la UdelaR
3	Representantes del MEC (incluyendo 1 del IIBCE)
1	Representante de los investigadores
1	Representante de los estudiantes
Consejos de las Áreas	
Número de miembros	Integrantes
5	Investigadores del Área
1	Representante de los estudiantes

Estable", IIBCE). El PEDECIBA supo convocar y aprovechar esos recursos genuinos, junto con los existentes en el extranjero, de modo creativo y pertinente para lograr sus objetivos.

Estructura y funciones

En seguimiento de trabajos preparatorios coordinados por UNESCO, PEDECIBA fue creado en octubre de 1986 por un convenio entre el Ministerio de Educación y Cultura (MEC) y la UdelaR, con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Sus objetivos fundacionales fueron: crear una plataforma científica capaz de apoyar el desarrollo de las ciencias básicas y el desarrollo tecnológico; sustentar la formación de profesionales de alto nivel en las diversas disciplinas científico-técnicas; y participar activamente en la consolidación de la trama científica y cultural del Uruguay. Para el cumplimiento de estos objetivos, la labor del programa se ha orientado en dos direcciones, en las cuales se trabaja hasta la fecha: la creación de un sistema interdisciplinario de alto nivel, estable y permanente, que apoye y fomente la investigación científica; y la formación de recursos humanos en las disciplinas científicas básicas, capaces de insertarse en la comunidad académica y en el sector productivo, público y privado.

Un elemento clave para el éxito del PEDECIBA, fue

Investigadores del PEDECIBA por Área de trabajo	
Algunos integran más de un área	
Área	Cantidad
Biología	379
Física	69
Geociencias	44
Informática	44
Matemática	45
Química	184
Total	765

el proceso de selección de su primer núcleo de investigadores honorarios, y la asignación a cada investigador de uno de tres grados, según sus méritos, sin importar el lugar de trabajo o la naturaleza del cargo que cada uno ocupaba. Este proceso se llevó a cabo apoyado por comisiones científicas internacionales de jerarquía.

En el inicio los investigadores provenían de la UdelaR, que aportó sus numerosos grupos de investigación de diversas facultades y servicios, y del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE), un aporte del MEC. Con el correr de los años se fueron incorporando al programa investigadores adicionales de diversas instituciones, como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), el Insitut Pasteur y la Universidad ORT, entre otras. El resultado fue una red de investigadores, asociados voluntaria y honorariamente al programa en base a sus cualidades científicas.

Utilizando esta estructura en red, el convenio fundacional dejó en manos de los investigadores una amplia cuota del poder de decisión, tanto a nivel de la comisión directiva como de los consejos científicos de las áreas académicas que conformaron el PEDECIBA, en los que también están representados los estudiantes de posgrado del programa.

Estudiantes y egresados del PEDECIBA					
Áreas	Estudiantes			Egresados	
	Posgrado*	Maestría	Doctorado	Maestría	Doctorado
Biología		255	120	686	301
Física		20	10	44	13
Geociencias		18	-	-	-
Informática		64	25	68	9
Matemática		15	13	39	13
Química	47	22	42	80	98
Bioinformática		21	-	1	-
Totales		416	210	917	434

*culminan sus estudios con la obtención de Maestrías o Doctorados.

Un elemento de originalidad del PEDECIBA, que lo hace un programa liviano, es que permite al investigador pertenecer a PEDECIBA formando parte de la red de colaboración en torno a los objetivos del programa, de forma compatible con su cargo en una institución académica. Por otra parte, su administración permite disponer de los recursos de forma ágil, con el mínimo de trámites burocráticos, manteniendo la transparencia del manejo de fondos públicos.

Desde su fundación en 1986, el PEDECIBA se organizó en cinco áreas académicas que desarrollaron programas de maestría y doctorado en sus campos de trabajo. Estas son: biología, física, informática, matemática y química. La inclusión de la informática en un programa de cien-

cias básicas fue polémica, pero pocas dudas caben que esta decisión colaboró de manera sustantiva al desarrollo académico de la disciplina y a su proyección empresarial. Al decir de Jorge Vidart "La incorporación de la Informática al PEDECIBA, se constituyó en un factor fundamental para el desarrollo de la disciplina en el Uruguay. En particular permitió accionar en dos líneas ...: formación y capacitación de docentes; y formación de grupos de investigación." (1)

El PEDECIBA abrió camino en el desarrollo de la investigación científica, la evaluación calificada de los investigadores, el establecimiento de un sistema de programas y becas de posgrado, y el trabajo cruzando las fronteras institucionales. Estas tareas y formas de trabajar siguen siendo parte constitutiva del programa, pero, afortunadamente, han encontrado ámbitos de expresión en nuevos campos y en un sistema nacional de reconocimiento y apoyo a su desarrollo: el Sistema Nacional de Investigadores, del Sistema Nacional de Becas, la Agencia Nacional de Investigación e Inno-

Maestría en Bioinformática

La primera tesis de la nueva Maestría en Bioinformática del PEDECIBA fue defendida recientemente por Miguel Ponce de León: "Análisis de óptimos alternativos en redes metabólicas reconstruidas a escala genómica" bajo la tutoría de los Dres. Luis Acerenza y Héctor Cancela.

La aparición de técnicas como la secuenciación del ADN a gran escala o los estudios de secuencias de aminoácidos, está generando una producción masiva de datos biológicos y la necesidad de analizarlos e interpretarlos.

La bioinformática utiliza técnicas matemáticas, computacionales y un enfoque interdisciplinario para extraer información útil de todos esos datos. Entre estos esfuerzos se encuentran, por ejemplo, la predicción de genes, la predicción de estructura de proteínas y la predicción de la expresión génica, es decir el proceso por medio del cual todos los organismos transforman la información codificada del ADN en las proteínas necesarias para su desarrollo y funcionamiento.

El trabajo desarrollado por Ponce de León se enmarca en el estudio teórico de los sistemas de reacciones bioquímicas que ocurren en las células vivas, sistemas metabólicos, tratando de comprender su funcionamiento.

En particular, utilizó sofisticadas técnicas matemáticas y computacionales para estudiar las complejas relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en el transcurso de las reacciones bioquímicas de la red metabólica de una cepa de la bacteria *E. coli*, en condiciones aeróbicas, reconstruida a escala genómica. Estos análisis permiten investigar cuáles serían los modos de funcionamiento óptimo de la red si lo que se busca es maximizar la tasa de crecimiento de la bacteria.

Su trabajo permitió confirmar la existencia de gran cantidad de patrones de flujos metabólicos subóptimos que podrían ser relevantes ya que podrían funcionar como alternativos. Además, identificó el conjunto de reacciones mínimas requeridas por el organismo para alcanzar la tasa de crecimiento óptima



vación (ANII), y, más recientemente del Programa de Desarrollo de Ciencias y Tecnologías Agropecuarias y Agroindustriales (PEDEAGRIND), son buenos ejemplos de estos desarrollos.

Area Geociencias

Los seres vivos, el aire, las rocas y el agua están íntimamente conectados a través de complejas interacciones que reciclan continuamente elementos básicos como el agua, el oxígeno y el carbono, lo cual hace habitable a nuestro planeta. Geociencias es el conjunto de disciplinas que estudia los procesos biológicos, químicos y físicos relevantes para el funcionamiento de la Tierra como sistema. Entre ellas se encuentran la geología, las ciencias de la atmósfera y la oceanografía.

El estudio del Sistema Tierra es no solo fascinante, sino fundamental para asegurar el bienestar futuro de la sociedad. Cerca del 70% de nuestra economía está directa o indirectamente relacionada con la variabilidad climática. Asimismo, la explotación de nuestros recursos naturales, la solución a problemas de degradación ambiental y de sostenibilidad energética necesitan de la comprensión de nuestro planeta tan complejo y único conocido con una inmensa diversidad de fauna y flora. Para atender estas necesidades el área debe consolidarse y afrontar grandes desafíos en los próximos años, entre ellos la formación de recursos humanos especializados con posgrado, el equipamiento de laboratorios y el desarrollo de disciplinas casi inexistentes en el país como la oceanografía física y geológica.



PEDECIBA hoy

Actualmente PEDECIBA cuenta con 765 investigadores (379 en biología, 69 en física, 44 en geociencias, 44 en informática, 45 en matemática y 184 en química) y 673 estudiantes (463 de maestría y posgrado y 210 de doctorado).

En el año 2009, incorporó el Área de Geociencias (ver recuadro), procurando atender necesidades importantes de investigación, formación de recursos humanos y aplicaciones en este campo, que comprende estudios de la geología, el suelo, los sistemas de agua dulce y marinos, la atmósfera y el clima. El área ha comenzado a potenciar la investigación en su campo de trabajo, y ha lanzado un programa de maestría, que comenzó a funcionar en 2010.

Otro desarrollo reciente (en 2009) ha sido la creación de una maestría en bioinformática, con la participación de investigadores de biología, informática, matemática y química, con recursos propios y un fuerte apoyo de ANII, para atender los importantes desafíos y oportunidades en genómica, química estructural, y biología de sistemas (ver recuadro).

Uno de los objetivos del PEDECIBA es contribuir a mejorar la enseñanza y difusión de las ciencias en todos los niveles. En este sentido, el PEDECIBA desarrolló, desde 1999 y en cooperación con UNESCO, un programa experimental de pasantías de investigación para profesores de disciplinas científicas de enseñanza secundaria e institutos de formación docente llamado "Acortando distancias".

Más recientemente, con apoyo de la ANII y en colaboración con Tarkio Film, una productora nacional, se ha desarrollado una serie de minivideos sobre temas científicos y tecnológicos. La serie "¿Qué es?" ya cuenta con una primera docena de videos, accesibles por internet (2), que han sido incluidos en la programación de Televisión Nacional del Uruguay. En 2011, la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP) creó centralmente un Programa de Estímulo a la Cultura Científica y Tecnológica, del que el PEDECIBA es un socio y colaborador natural.

PEDECIBA a futuro

La principal fortaleza del programa reside en su estructura como una red de cooperación entre investigadores y estudiantes de posgrado en ciencias básicas. Más que formar estructuras propias, PEDECIBA ha sido, y creemos debería seguir siendo, un catalizador de nuevas acciones y programas que permitan desarrollar las ciencias básicas y sus aplicaciones con calidad en las instituciones de enseñanza e investigación. Para el futuro pensamos que el principal énfasis debería estar en la identificación de nuevos desafíos y el desarrollo de nuevas oportunidades para la investigación y la formación de posgraduados. Asimismo, así como lo marcan los objetivos visionarios que se plantearon en su creación, PEDECIBA debería continuar facilitando la inserción de egresados en el sector productivo, público y privado, como lo viene haciendo, para acompañar las necesidades del país.

Notas

1. Vidart, Jorge. 2009. Software en el Uruguay: de la investigación científica a la exportación. *Uruguay Ciencia* No. 6, 9-13.
2. <http://www.pedeciba.edu.uy/QueEs/indice.html>

* Enrique P. Lessa es Profesor Titular de Evolución de la Facultad de Ciencias, Universidad de la República (UdelAR), y Director de PEDECIBA. María H. Torre es Profesora Titular de Química Inorgánica de la Facultad de Química, UdelAR, y Subdirectora del PEDECIBA.

Para saber más sobre el PEDECIBA

- Barreiro Díaz, A. 1997. *La formación de recursos humanos para investigación en Uruguay*. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental.
- Beretta Curi, A. 2006. *Roberto Caldeyro Barcia: el mandato de una vocación*. Montevideo: Trilce – PEDECIBA.
- Chiancone Castro, A. 1996. *La definición de políticas públicas en una situación de transición política: el caso del PEDECIBA en Uruguay*. Buenos Aires: Publicación financiada por Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD).
- *Convenio de Creación del PEDECIBA*. 1986. <http://www.pedeciba.edu.uy/docspd/acuerd86.htm>
- *Convenio para el Desarrollo de las Ciencias Básicas entre el Ministerio de Educación y Cultura y la Universidad de la República*. 2008. <http://www.pedeciba.edu.uy/docspd/AcuerdoAbril08.pdf>
- Echeverriarza, M. P. 2006. *Acortando distancias entre la investigación y los profesores de ciencias (Uruguay 1999-2005)*. Montevideo: UNESCO.
- Markarian, R., y Mordecki, E., coords. 2010. *José Luis Masevera: ciencia y compromiso social*. Montevideo: Orbe – Montevideo: PEDECIBA.
- *¿Qué es el PEDECIBA?* Mini-video sobre el Programa (y otros de temas científicos): <http://www.pedeciba.edu.uy/QueEs/indice.html>.
- Vidart, J. 2009. Software en el Uruguay: de la investigación científica a la exportación. *Uruguay Ciencia* No. 6, 9-13.