



*De la misma manera que en números anteriores de Ciencia Hoy se presentaron informes sobre el estado de determinadas disciplinas académicas en el país –en particular, en los números 57 (junio-julio 2000) para biología molecular, 67 (febrero-marzo 2002) para matemática y 70 (agosto-septiembre 2002) para ciencias agropecuarias–, en este se da a conocer un documento sobre las ciencias del mar escrito por un comité internacional presidido por John C Ogden.*

*¡Qué desperdicio de tierra!*

(Atribuido a un viejo gaucho al ver por primera vez el mar)

**Síntesis**

La situación de las ciencias del mar en la Argentina se puede caracterizar como una de 'excelencia en aislamiento'. El tema dominante de las discusiones mantenidas por el comité que preparó este informe fue la virtual inexistencia de coordinación entre programas de investigación, equipo para realizar tareas de campo y personal científico y de apoyo en las instituciones. La coordinación que existe ocurre gracias a enormes esfuerzos individuales y a relaciones personales.

Si bien en muchos lugares hay investigadores destacados y entusiastas, casi todos sufren de aislamiento físico, mínima financiación y la necesidad de prestar servicios por contrato para llevar adelante su trabajo. Además, como suelen carecer de interacción científica con colegas, les resulta muy difícil diseñar programas con una perspectiva amplia del ecosistema. Muchos laboratorios padecen de problemas estructurales, en especial la carencia de equipamiento moderno y destrezas actualizadas. Muy pocos reúnen una masa crítica de investigadores, y aun aquellos que congregan a muchos científicos no parecen practicar la coordinación entre proyectos ni usan mecanismos que faciliten una interacción constructiva. No se advierten programas que utilicen técnicas moleculares más allá de un nivel superficial. No hay bibliotecas adecuadas, por lo que es poco realista que las autoridades institucionales pretendan que resulten publicaciones de alto vuelo y de circulación internacional. Las mejores instituciones se encuentran diseminadas entre Ushuaia y Buenos Aires, pero hay escasas reuniones nacionales en las que establecer contactos, intercambiar ideas y diseñar colaboraciones. Con una excepción, no hay buques oceanográficos disponibles para investigar y las embarcaciones menores son pocas, lo que impide realizar estudios sobre la plataforma e incluso cercanos a la costa. Algunos de los mejores grupos han concentrado su actividad en el área costera, lo que limita seriamente el alcance de sus investigaciones.

El comité formuló algunas recomendaciones, detalladas al final del informe, que permitirían comenzar a atacar estas carencias. Una necesidad fundamental sería un plan oceanográfico nacional que reconozca la magnitud de la plataforma argentina, la importancia de las ciencias del mar y la escala de los problemas que encaran sus disciplinas. Un elemento crítico de tal plan sería la necesidad de apoyar amplios estudios integradores, para comprender cómo peces y mamíferos marinos utilizan la productividad del mar argentino, desde la costa hasta más allá del borde de la plataforma. El plan también debería encarar la financiación unificada y el uso compartido de embarcaciones y equipo de alto costo. Por último, debería asegurar recursos para apoyar a estudiantes y, más importante aún, promover la creación de oportunidades laborales para graduados, lo que contribuiría a solucionar el problema de la fuga de cerebros que al presente acosa a estas disciplinas.

Las recomendaciones contenidas en este informe acerca de reflexionar y reorganizar la infraestructura científica en el más alto nivel gubernamental no podrán encontrar aplicación sin que haya coordinación y comunicación entre la comunidad de científicos del mar en la Argentina. Las ciencias marinas necesitan unificar su discurso para explicar la importancia del ambiente oceánico y sus recursos para la nación, y para presentar recomendaciones en orden de prioridad para el futuro.

## **I. Introducción**

A pedido de la Fundación Antorchas, un comité internacional de cinco personas estuvo durante siete días en la Argentina a fines de febrero y principios de marzo de 2003. Su propósito fue proporcionar a la comunidad local de investigadores en ciencias del mar una opinión independiente e informada, de acuerdo con estándares internacionalmente aceptados, acerca de las fortalezas y debilidades de esas disciplinas, e identificar oportunidades que permitiesen mejorarlas. En abril de 2002, John Ogden había realizado un corto viaje de reconocimiento de las instituciones de investigación marina del país. El comité no analizó ni juzgó el trabajo individual de científicos o laboratorios y el informe no incluye citas de la literatura ni nombres de investigadores o de grupos.

¿A quiénes está dirigido el informe? En primer lugar, y sobre todo, a quienes investigan en las ciencias del mar, para ofrecerles una visión independiente de los puntos fuertes y débiles de esas ciencias en el país. También se espera que resulte útil a directores de laboratorios y centros que albergan a las disciplinas marinas, y por último, que sea de ayuda a quienes toman decisiones de política científica en los más altos niveles gubernamentales y a los responsables del manejo de los recursos del mar. Dado el creciente costo de la tecnología que usa la investigación marina, y la necesidad de mayor conocimiento científico para manejar y conservar esos recursos, se necesitan ideas nuevas para guiar dicha investigación hacia el nuevo siglo. Los autores esperan que este informe resulte una pequeña contribución para avanzar hacia tales metas.

## **Organización del informe**

El informe está organizado de la siguiente manera. La sección II describe brevemente el contexto geográfico de la ecorregión del mar argentino. Tiene un objetivo doble. Primero, proporciona un telón de fondo a personas ajenas al campo de las ciencias del mar (por ejemplo, administradores con otras formaciones); y, segundo, hace hincapié, para beneficio de los científicos del área, en la riqueza y diversidad de rasgos físicos, geológicos y biológicos de la región, los que plantean un amplio espectro de interrogantes y constituyen potenciales temas de investigación. La sección III describe los alcances de la investigación en varias áreas temáticas de las ciencias del mar en la Argentina. Por la variedad de esas ciencias en el país, el limitado número de integrantes del comité y la brevedad de las visitas de campo, se trata necesariamente de una descripción incompleta. Sin embargo, el propósito no fue confeccionar una lista exhaustiva de las investigaciones en curso, sino identificar fortalezas y debilidades y ayudar a reconocer oportunidades potenciales. La sección IV se ocupa de temas relacionados con la infraestructura de investigación y los equipos compartidos en la escala nacional. La sección V se dedica a lo que seguramente constituye lo mejor de las ciencias del mar en la Argentina: sus recursos humanos; en ella se discuten las necesidades de entrenamiento y de educación. La última sección detalla las recomendaciones del comité.

## **II. La ecorregión del mar argentino**

El mar argentino, bien definido por fisiografía, circulación física, procesos ecológicos y patrones de distribución de la biodiversidad, posee la coherencia propia de una ecorregión. De acuerdo con el análisis geográfico ecológico, es una entre alrededor de 100 ecorregiones de los océanos de la Tierra. La Argentina posee una extensa costa (alrededor de 3500km) y una de las mayores plataformas continentales del mundo, que se extiende por más de 20° de latitud y alcanza, en algunas zonas, más allá de las 200 millas de uso económico exclusivo.

La ecorregión argentina limita mar adentro con las corrientes del Brasil y de las Malvinas. Estas dos corrientes opuestas se encuentran en la llamada convergencia Brasil-Malvinas, un área de gran productividad primaria y abundante en organismos de altos niveles tróficos. La confluencia es un área importante de pesquerías pelágicas, así como de alimentación de mamíferos marinos y aves. El límite entre las aguas externas de la plataforma y el borde oeste de la corriente de las Malvinas define el frente de quiebre de la plataforma, asociado a una angosta franja rica en biomasa fitoplanctónica. Ello se destaca claramente por el color del océano en las imágenes satelitales, y estacionalmente se reconoce también en imágenes satelitales nocturnas, que muestran las intensas luces de cientos de embarcaciones que pescan calamar. La gran longitud (aproximadamente 1500km) de la banda de alta concentración de clorofila y su persistencia durante la primavera y el verano, mucho después del fin del florecimiento primaveral en el resto de la plataforma, constituyen un rasgo único.



Teresita Fernández. Elefantes marinos en la Península Valdés.

Lo que se sabe de la circulación sobre la plataforma es principalmente el resultado de la aplicación de modelos numéricos, ya que las mediciones directas de flujo son escasas. Dicha circulación tiene generalmente dirección NNE; su velocidad varía geográfica y estacionalmente. Donde las aguas de la plataforma se encuentran con las del Río de la Plata se produce un fuerte frente de salinidad y turbidez. Las aguas de baja salinidad circulan tanto hacia el sur como hacia el norte a lo largo de las costas uruguayas y argentinas. Hay frentes de marea cerca de la península Valdés, que separan aguas costeras mezcladas por fuertes mareas y vientos de una columna de agua estratificada del lado de mar. La fuerte mezcla seguida de convergencia aporta nutrientes a la zona frontal y mantiene una importante producción biológica. Una lengua de aguas de baja salinidad, influenciada por agua de deshielo, baña las costas del sur argentino, llega hasta el golfo de San Jorge y repercute sobre la productividad biológica.



INIDEP.  
Captura de Vieras.

La región costera argentina puede dividirse en cuatro zonas. En el norte, el Río de la Plata drena la mayor cuenca de Sudamérica después de la del Amazonas. El uso de la tierra en esa cuenca está cambiando rápidamente, con expansión del área agropecuaria. Ese cambio tiene una gran repercusión en el ingreso de sedimentos y contaminantes en el estuario y las aguas costeras. Los caudales del Río de la Plata no solo evidencian un marcado ciclo estacional sino, también, variabilidad interanual, asociada con la ocurrencia del fenómeno climático del Niño y con tendencias de baja frecuencia (decenal).

La costa de la provincia de Buenos Aires tiene varias ciudades turísticas. Mar del Plata, una aglomeración urbana en crecimiento, es un activo puerto pesquero. Cerca de Bahía Blanca hay importantes industrias petroquímicas, que pueden ser fuentes de contaminación, y en el Rincón, el estuario cercano a esa ciudad, hay un sistema complejo de canales de marea, bajos cenagosos, humedales salobres y pequeñas islas.

La escasamente poblada costa patagónica es la mayor de las cuatro zonas costeras, ya que abarca desde el río Colorado (a unos 39° de latitud sur) hasta el canal de Beagle (a unos

55°S). Por el clima semiárido, hay poco aporte de aguas fluviales. La costa patagónica incluye dos grandes golfos abiertos (San Matías y San Jorge) y dos golfos pequeños semicerrados (San José y Nuevo). Algunos de esos cuerpos de agua son importantes áreas de desove y cría de peces y de reproducción de mamíferos marinos.

La costa patagónica es famosa por la enorme concentración estacional de aves marinas, pinnípedos y cetáceos. La vida silvestre en la región de Puerto Madryn, y la situación, historia y vida silvestre de Tierra del Fuego (la cuarta región costera) soportan una importante industria ecoturística. Claramente, la gran extensión y productividad de la plataforma argentina es clave para el mantenimiento de esa biodiversidad, pero hay crecientes conflictos entre la industria pesquera y los conservacionistas.



Héctor Monsalve.

Caracol nudibranchio. Canal Beagle.

Bien manejada, la plataforma patagónica es capaz de una producción pesquera sostenida comparable con la producción argentina de carne o trigo, y tal vez mayor que ella. Por ejemplo, en 2002 la Argentina exportó 714 millones de dólares en productos pesqueros (procesados y sin procesar), mientras que las exportaciones de carne y derivados solo alcanzaron los 547 millones. Por desgracia, la sobrepesca originó una caída de los stocks de merluza, cuya biomasa desovante es un quinto de lo que era hace 15 años. Tal vez más alarmante aún es el colapso de la pesca de la merluza negra juvenil patagónica, al parecer como consecuencia de la acción de una flota internacional de pesqueros de arrastre. La pesca excesiva de esas especies resulta en una enorme pérdida económica en el largo plazo y debería ser encarada por la nación.

### III. El alcance de las ciencias del mar en la Argentina

#### Oceanografía física

Las instituciones argentinas comenzaron el estudio físico del Atlántico sur a mediados de la década de 1950, sobre todo en apoyo de programas de investigación pesquera. La actual comunidad argentina de oceanógrafos físicos incluye unos 20 miembros activos, mayoritariamente pertenecientes al SIHN. Otros están en el INIDEP, IADO, CENPAT, la UNS y el IAA.



Teresita Fernández.  
Pingüinos, Golfo Nuevo.

Los estudios descriptivos del estuario del Plata y su descarga sobre la plataforma han sido tema de colaboración entre el SIHN y el INIDEP. En los últimos años, esa zona, administrada conjuntamente por el Uruguay y la Argentina, ha sido objeto de cooperación entre centros de ambos países, como parte del FREPLATA, uno de los pocos ejemplos de grandes proyectos multidisciplinarios que el comité conoció durante su visita. El estudio, apoyado por la *Global Environmental Facility*, abarca observación y modelización.

Investigadores del IADO estudiaron el estuario de Bahía Blanca y comenzaron, recientemente, a hacerlo en forma integrada en otros estuarios (Quequén Grande, Quequén Salado, Claromecó y Negro). El CENPAT describió la hidrografía y circulación de los golfos patagónicos. En los últimos años hubo renovado interés por entender la oceanografía de la plataforma. Un ejemplo es un estudio de las diferentes masas de agua que posee. Las investigaciones de la alta productividad biológica en el borde de la plataforma han atraído alguna atención, pero la necesidad de realizar investigaciones sistemáticas enfocadas específicamente en este tema se ve afectada por la falta de embarcaciones adecuadas.

El mayor esfuerzo de modelización numérica del océano y la circulación en la plataforma se lleva a cabo en dos instituciones: el CIMA y la UNS. Existen algunos modelos numéricos de alta resolución y de última generación del mar argentino. El CIMA adaptó y puso en uso un modelo tridimensional del Río de la Plata, en colaboración con la universidad de Hamburgo: se lo está usando en el proyecto FREPLATA y para explorar las consecuencias del cambio climático en el estuario. La UNS, el SIHN y la *Oregon State University* colaboran en el modelado de la circulación en la plataforma. Para asegurar la viabilidad del modelado numérico oceánico en la Argentina, es necesaria la interacción entre los investigadores del tema; además, sería conveniente incorporar a este esfuerzo a expertos en asimilación de datos y técnicas computacionales. La devaluación de la moneda argentina a principios de 2002 podría impedir el mantenimiento y modernización de la capacidad computacional; sin embargo, la asociación con colaboradores regionales e internacionales podría proveer acceso a capacidades adicionales de cálculo, como supercomputadoras, de las que carece la Argentina. Habría que promover nuevas colaboraciones de este tipo y fortalecer las existentes.

Los esfuerzos para comprender los procesos oceánicos más allá del borde de la plataforma (por ejemplo, la dinámica de las corrientes del Brasil y de las Malvinas) se han realizado casi siempre en colaboración con instituciones extranjeras. Merece resaltarse la cooperación sur-sur del programa de cinco años sobre cambio climático en el Atlántico sur, financiado por el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global. Este proyecto fomenta interacciones entre científicos de la Argentina, el Uruguay y el sur del Brasil (con participación de los Estados Unidos), y ha financiado visitas de intercambio y entrenamiento específico de científicos jóvenes de los países participantes. Por ejemplo, en 2000 y 2001 se dieron cursos cortos sobre interacciones biofísicas en frentes oceánicos en Puerto Madryn y en Rio Grande do Sul.

Otras áreas relacionadas con la oceanografía física son el monitoreo y predicción de mareas, el patrón de olas y las corrientes costeras. Estas actividades, que tienen importantes aplicaciones prácticas, están principalmente a cargo del SIHN. Debido a la naturaleza operativa de muchas de sus tareas, como la publicación de tablas de mareas, los profesionales del SIHN tienen poco tiempo para la investigación. No obstante, participan en algunas colaboraciones interesantes.

Es tradicional la fuerte inclinación de los oceanógrafos físicos argentinos por la investigación del océano abierto. Por desgracia, el alto costo de operar buques oceanográficos y de construir equipos de observación limita el alcance de la participación argentina en los programas de observación del mar abierto. Esto no significa que la Argentina deba retirarse por completo de los programas internacionales de observación oceánica global. Una aproximación pragmática podría comprender varias estrategias paralelas. Una sería fortalecer aquellas colaboraciones en curso internacionales y, sobre todo, regionales que permitan participar en campañas de muestreo. Otro camino sería identificar ventajas estratégicas; por ejemplo, la Argentina podría aprovechar la abundancia de personal técnico altamente entrenado y de costos internacionales relativamente bajos para ocuparse del preprocesamiento y control de calidad de datos globales. Otra área en la que la Argentina podría tener un cometido importante es el desarrollo de instrumentación de bajo costo. Se vieron algunos esfuerzos de este tipo en el IADO y el IS de San Antonio Oeste, donde, en colaboración con el sector privado, se estaba trabajando en un sistema para controlar buques pesqueros y, al mismo tiempo, recolectar información ambiental.

Dado su limitado tamaño, el número de publicaciones de la comunidad activa de oceanógrafos físicos parece razonable. Como parte de la preparación para la visita del comité, se confeccionó una reseña de lo publicado entre 1995 y 2000. Las publicaciones de oceanografía física se concentran en temas en los que el país tiene puntos fuertes: estudios regionales descriptivos, análisis de información retrospectiva y modelado. Curiosamente, pocos trabajos estaban basados en datos provistos por sensores remotos. Esto es sorprendente, ya que la relativa escasez de datos recientes obtenidos in situ en el mar argentino, la cobertura global de los instrumentos satelitales y la creciente disponibilidad de nuevos sensores capaces de obtener datos oceánicos y atmosféricos hacen que esas técnicas sean muy atractivas. Aparentemente, pocos oceanógrafos físicos tienen experiencia en tal tecnología. El fomento de



Eugenia Zavattieri.  
Puesta de nudibranquio, Golfo Nuevo.

colaboraciones con expertos en el tema (como se vio en el CENPAT) puede ser una manera de encarar este asunto y de incrementar el uso de datos satelitales en las publicaciones argentinas.

## Geología marina y costera y geofísica

La extensa costa y la amplia plataforma continental argentinas ofrecen múltiples oportunidades de investigación en geología costera y marina y en geofísica. Hay unos 25-30 investigadores activos en la disciplina, número comparable con el de oceanógrafos físicos. Se distribuyen en varios centros del CONICET (IADO, CENPAT, CADIC), en universidades (UBA, UNMdP, UNPSJB, UNPA y UNLP) y en otras entidades de investigación (SIHN y MACN).

Algunas zonas de la plataforma cercanas a la costa son productoras de petróleo y hay clara evidencia de reservas petrolíferas en otras. Sería posible explotar minerales en la plataforma, aunque la magnitud de ese recurso potencial no ha sido estimada debido a que se requeriría un extenso muestreo con equipo moderno. Los estudios de sitios alejados de la costa se han visto limitados por las dificultades de acceder a barcos y a equipos de reconocimiento. Aunque el *Puerto Deseado*, un buque de investigación del CONICET, estaba originalmente pertrechado para la investigación geofísica, aparentemente parte de su equipo no está en condiciones de operar. Según la Convención de las Naciones Unidas sobre la Ley del Mar, el límite exterior de la plataforma continental argentina debe quedar formalmente delimitado antes de 2009. Esto, en sí, no requiere investigación, pero implica la necesidad de efectuar reconocimientos geofísicos y batimétricos detallados, que brindarían la oportunidad de agregar tareas de investigación.



Ransom Myers  
con José María  
Orensans.



Ransom Myers y Adriana  
Zingone con Jorge Calvo.



Guillermo Podestá  
con Gerardo Perillo.

El mayor número de geólogos costeros se encuentra en el IADO. Allí se investigan cuestiones de geomorfología, circulación y dinámica de transporte de sedimentos en varios estuarios de la costa, sobre todo el de Bahía Blanca, por su proximidad geográfica. El IADO alcanza una masa crítica de investigadores en temas estuarinos y costeros, y posee instrumental relativamente bien mantenido. La importante concentración de industrias petroquímicas cerca de Bahía Blanca estimuló la realización de estudios de geoquímica de metales pesados y otros contaminantes. Investigadores del LOC se ocupan de la evolución cuaternaria del nivel del mar en la provincia de Buenos Aires, y en el CENPAT hacen lo mismo para el Chubut. El CGC estudia

las playas turísticas de la costa bonaerense y la laguna de Mar Chiquita, cerca de Mar del Plata. Geólogos de la UBA han trabajado sobre la evolución histórica de la línea de playas de Buenos Aires, y los del SIHN han intentado investigar ambientes alejados de la costa, por ejemplo, los procesos de sedimentación en el quiebre y la pendiente de la plataforma. Pero esos esfuerzos se ven severamente limitados por el costo y la posibilidad de acceso a barcos y equipo. Hace poco se inició un programa de geología marina en el CADIC, en Tierra del Fuego.

La mayoría de los geólogos marinos y geofísicos de la Argentina no interactúan mucho con investigadores de otras disciplinas ni con otros posibles usuarios de conocimiento científico. Hay sin duda espacio de interacción entre geólogos y oceanógrafos físicos en el estudio de la dinámica de la circulación y del transporte de sedimentos, pero no se ha explotado significativamente, tal vez porque los oceanógrafos físicos no se han concentrado mucho en el estudio de ambientes de poca profundidad. Otras interacciones obvias serían con biólogos. Un signo positivo es un curso sobre geología y ecología litoral, dado en la UBA en colaboración por

biólogos y geólogos. Finalmente, el manejo de zonas costeras ofrece a los geólogos atractivas oportunidades de llevar a cabo investigaciones socialmente relevantes y de proporcionar datos con bases científicas a administradores costeros y generadores de políticas públicas.

## Oceanografía biológica

Las investigaciones en oceanografía biológica requieren un enfoque interdisciplinario para cubrir adecuadamente las escalas de los procesos que regulan la distribución de la vida marina en el espacio y el tiempo. En este momento, los temas centrales de la disciplina se relacionan con los ciclos biogeoquímicos y con el cometido funcional de la biodiversidad en esos ciclos. Se reconoce que los componentes biológicos de los sistemas en gran medida determinan los procesos y, con ello, el resultado de los servicios centrales del ecosistema, como la absorción de CO<sub>2</sub> y la producción de alimentos. Un asunto recurrente en el análisis de estos procesos es su posible variación a lo largo del tiempo en respuesta a cambios climáticos y perturbaciones antropogénicas.

Con una gran plataforma continental sometida a influencias externas (ríos, circulación en gran escala) y a una dinámica interna (frentes, vórtices), el mar argentino es un recurso económico crítico para el país y un área de estudio muy interesante y ecológicamente coherente. Los futuros proyectos de manejo y conservación de los recursos marinos dependerán de estudios funcionales de la biodiversidad marina en escalas coherentes con los procesos oceanográficos químicos y físicos que impulsan los biológicos.



Graciela Retegui, 'Barcos descansando II', Círculo Fotográfico Club San Fernando.

La mayor parte del conocimiento necesario para comprender los procesos biológicos en los océanos está disponible en el país. Sin embargo, pocos grupos integran el estudio de los procesos físicos, químicos y biológicos, o, en términos generales, realizan investigación interdisciplinaria. Más adelante se hacen algunas sugerencias que pueden ayudar a fomentar la

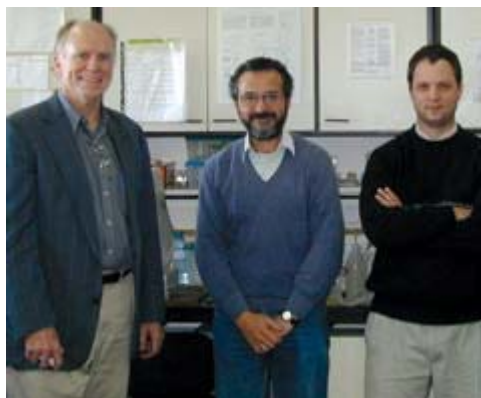
colaboración interdisciplinaria y a analizar los problemas oceánicos con una perspectiva más amplia.

La reciente crisis económica de la Argentina, con su consecuente limitación de recursos, posiblemente sea el origen de una estrategia defensiva por parte de los investigadores, que los conduce a seleccionar temas manejables de manera individual y con recursos limitados. Además, grupos importantes han orientado su trabajo hacia problemas aplicados o centrado sus investigaciones en especies con importancia comercial. Por ejemplo, los expertos en fitoplancton, incluyendo taxónomos, ecólogos y oceanógrafos, han dirigido sus investigaciones hacia las especies potencialmente tóxicas, y pocos se ocupan de las no perjudiciales.

La escasez de taxónomos es hoy una preocupación en la mayoría de los países, en los que los nuevos cargos en organizaciones académicas y gubernamentales suelen ser ocupados por disciplinas menos tradicionales. Esto es especialmente evidente en la Argentina, donde en el pasado científicos notables hicieron contribuciones fundamentales al conocimiento de dinoflagelados y ciliados y crearon la base de la moderna taxonomía de estos importantes grupos de especies. Por lo menos una parte de la decadencia de la taxonomía del fitoplancton en la Argentina puede deberse a la gran limitación en el uso de técnicas modernas requeridas en este campo, especialmente la microscopía electrónica y la biología molecular.

## Química, biogeoquímica y ecología microbiana

La química y la biogeoquímica son disciplinas fundamentales para el estudio de los procesos ecológicos marinos. Aunque hay apenas unos 18 químicos y biogeoquímicos marinos en la Argentina, la comunidad parece conocer bien y tener buena opinión del trabajo de cada uno. Los grupos de biogeoquímica de la UNLP y del IADO poseen equipo moderno en excelente estado, incluyendo todas las técnicas de cromatografía gaseosa disponibles, espectrofotometría, cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) y excelentes laboratorios. Sin embargo, tienen poco tiempo y energía para dedicar a la investigación, porque los laboratorios deben sostenerse económicamente prestando servicios tales como análisis de contaminación por pesticidas y desechos cloacales. A pesar de esto, los grupos son activos y publican en revistas internacionales. Con una financiación razonable podrían proveer datos de primera calidad y colaborar con programas de investigación pesquera y de los ecosistemas. Este es un grupo pequeño, pero importante, de científicos que merece ser alentado.



John Ogden con Eduardo Spivak.

La falta de acceso a buques de investigación impide el trabajo en el mar abierto a la mayoría de los investigadores, salvo los del INIDEP, por lo que los estudios de tipo químico solo se hacen en la zona intermareal. Todos los científicos entrevistados emplean estudiantes de grado como ayudantes. Este es uno de los éxitos de las ciencias del mar en la Argentina. Los estudiantes que conoció el comité eran inteligentes, lúcidos y dedicados, y las ayudantías facilitaban mucho sus estudios. El problema es que después no encuentran empleo ni en los laboratorios ni en el sector público. En algunos grupos había estudiantes de postgrado, pero la financiación para ellos es muy difícil de conseguir. La mayor parte de los investigadores asiste a reuniones internacionales, mantiene contactos externos y participa en

colaboraciones. Ello les permite acceder a técnicas y conocimientos que no existen en el país. Como pasa con casi todos los demás grupos, los químicos y biogeoquímicos trabajan prácticamente aislados y no colaboran realmente con biólogos u oceanógrafos físicos. Una notable excepción ocurre en el INIDEP, donde un grupo interdisciplinario que estudia el estuario

del Plata incluye a biogeoquímicos. En las ciencias marinas de hoy, la biogeoquímica es un componente importante de cualquier estudio de ecología marina. Se trata de un área que necesita especial apoyo en el país.

En varios lugares se realiza investigación en ecología microbiana. Aunque hay entusiasmo, no es un área muy desarrollada. Es especialmente notable la falta casi total de experiencia molecular de los ecólogos microbianos, algo particularmente desafortunado, porque hoy la mayoría de los descubrimientos importantes se hacen usando técnicas moleculares.

Los parasitólogos entrevistados tenían programas de investigación enérgicos y activos, con propósitos científicos claros. Disponían de bibliografía actualizada y publicaban en revistas de calidad, pero, nuevamente, estaban casi completamente aislados. Sería bueno que se incorporaran más a los programas marinos. Tienen experiencia y conocen técnicas que serían de utilidad para los ecólogos microbianos y, a su vez, se beneficiarían con la ampliación de su área de investigación.

El comité visitó un laboratorio de productos naturales, que realizaba un trabajo impresionante, con muchos proyectos y colaboraciones internacionales. Sin embargo, no parecía estar relacionado de ninguna forma significativa con otras investigaciones marinas. Desafortunadamente, ello sucede con frecuencia en esta área.

## **Biología marina, ecología y conservación**

Los biólogos marinos y los ecólogos forman el grupo más grande de científicos del mar en la Argentina y están bien distribuidos en instituciones de investigación a lo largo de la costa. Concentran su labor en cuatro grandes áreas temáticas: (1) grandes estuarios, (2) costa patagónica, (3) ambientes subantárticos y antárticos, y (4) pesquerías.

Los estudios sobre el comportamiento y la ecología de aves y mamíferos marinos se realizan a lo largo de la costa pero se concentran en la Patagonia, donde hay colonias de importancia mundial. Estos estudios están focalizados en demografía de largo plazo, comportamiento, rastreo satelital, estudios tróficos e interacción con pesquerías, especialmente la mortandad resultante de redes y palangres. Los estudios de aves y mamíferos marinos han atraído interés internacional y financiación de organizaciones conservacionistas. Esos biólogos parecen tener buenas conexiones internacionales.

La costa argentina se caracteriza por diversidad de especies de invertebrados y alto endemismo en algunos grupos. La investigación de la biología, fisiología y ecología de invertebrados bentónicos es variada y algunos grupos están poniendo foco en grupos prominentes, como moluscos, para abrir nuevos campos de investigación biológica.

Mucho queda por descubrir en el mar argentino, una región importante para explorar y estudiar. Los grupos de investigación dependen en gran medida de muestras recolectadas ad hoc por barcos pesqueros y buzos. Sin embargo, casi toda muestra tiene potencial de revelar algo nuevo. La necesidad de realizar estudios taxonómicos es paralela a la exploración e identificación, pero la Argentina sigue la tendencia mundial de declinación de esa disciplina, a pesar de que crece su importancia para comprender la diversidad biológica y los procesos de evolución.

Como pasa con otras disciplinas, la biología marina se caracteriza en gran medida por el aislamiento relativo de un conjunto de pequeños grupos, con débiles vínculos con otras disciplinas. Las excepciones notables incluyen estudios que integran organismos de fondo blando y la dinámica de sedimentos, realizados en la UBA, y los mencionados estudios interdisciplinarios de los grandes estuarios.

La dificultad general de acceso a sitios de estudio en la costa y el mar produjo una ausencia de programas de monitoreo de largo plazo y de series temporales de datos. Estas son a menudo lo más relevante para definir la dinámica de las poblaciones, para rastrear cambios en los procesos físicos, químicos y biológicos, y para estimar las alteraciones generadas por el hombre a lo largo del tiempo. Son, además, importante fuente de futuros temas de investigación.



Hay creciente interés en el CENPAT y el IS por la creación de áreas marinas protegidas en la costa patagónica, en especial las zonas de prohibición de pesca. Esas áreas ofrecen a la biología marina y a la ecología la oportunidad de rastrear trayectorias de cambio y usar los regímenes de manejo como experimentos ecológicos de gran escala. El manejo y la conservación marina de base comunitaria realizados en la Argentina constituyen un modelo para el mundo.



Héctor Monsalve.  
Anémonas. Canal Beagle.

Un tema recurrente de este informe es la necesidad de una mejor coordinación e integración de la investigación de los ambientes marinos. Se está avanzando en esta dirección con la participación de numerosos biólogos y ecólogos argentinos en las discusiones iniciales del proyecto de censo global de la vida marina, financiado internacionalmente por una fundación privada. El objetivo del censo es estimar la biodiversidad marina de la región y recomendar métodos de control continuo que permitan rastrear los cambios a lo largo del tiempo. Aunque ambicioso, el programa daría a los científicos argentinos la oportunidad de considerar el mar argentino en una perspectiva amplia, y de ver a sus respectivas disciplinas en relación con otras. Esto, inevitablemente, mejoraría la comunicación entre grupos de investigación y, en última instancia, la cooperación e integración. El componente costero del sistema de observación global del océano reconoce la importancia central de la biología y puede ofrecer un punto de apoyo para estudios interdisciplinarios.

Un gran desafío de la biología y la ecología marinas es equiparar la escala de las investigaciones biológicas con la de los procesos físicos que definen la distribución de los organismos y los patrones de abundancia. Por ejemplo, los traslados de larga distancia con fines de alimentación de las colonias de aves y mamíferos marinos de la costa patagónica cubren la totalidad de la plataforma y las aguas oceánicas más allá de ella. Esta conectividad e interdependencia de ambiente y especies ha llevado a un grupo de investigadores patagónicos a bregar por un estudio integrado que tome el mar argentino como unidad ecológica y de manejo. En una reciente reunión internacional sobre conservación marina a la que asistieron varios prominentes científicos argentinos, un grupo de trabajo enfocó la ecorregión como una unidad de planeamiento. Esbozó un plan oceánico para ella, con actividades a realizar, su razón de ser y su presupuesto por diez años. Aunque esto no fue más que un ejercicio, la planificación será cada vez más importante a medida que los gobiernos de las naciones marítimas traten de balancear crecimiento poblacional y sustentabilidad de uso de los recursos.

## Investigación de peces y pesquerías

Los peces marinos se estudian en instituciones científicas dispersas en muchos lugares del país, las que se ocupan de taxonomía, reproducción, comportamiento, ecología trófica y flujos de energía. En las regiones templadas del norte de la costa, dichos estudios se relacionan

más con la biodiversidad e incluyen la estructura de las comunidades y los patrones de distribución y abundancia.

La plataforma argentina sostiene numerosas pesquerías importantes. El estado de las poblaciones de peces de valor comercial se evalúa por métodos tradicionales, dependientes e independientes de las pesquerías, con científicos embarcados en buques de investigación pesquera y observadores en embarcaciones comerciales. En muchas instituciones argentinas se realiza ciencia de pesquerías de primera calidad. Sin embargo, parece haber desconfianza mutua entre científicos del gobierno y de las universidades. Esta situación es poco afortunada, pero por cierto bastante común en todo el mundo.

Para establecer un puente entre ambas culturas, se necesita un cambio de política. Los científicos del INIDEP tienen la misión de producir buenas estimaciones del tamaño de las poblaciones y recomendar niveles de captura aceptables y restricciones a la pesca. Tales obligaciones pueden limitar la capacidad de dichos investigadores de publicar al mismo ritmo que sus colegas universitarios o limitar su capacidad de desarrollar nuevas técnicas. Estas consideraciones tendrían que tenerse en cuenta a la hora de evaluar a investigadores de organismos gubernamentales, lo cual, sin embargo, no significa que no deban publicar. Al mismo tiempo, las embarcaciones del INIDEP podrían tomar muestras para proyectos de investigación conjunta con científicos universitarios. Idealmente, sería bueno que los datos obtenidos estuvieran a disposición de todos los investigadores del país. Por otra parte, habría que otorgar en forma competitiva subsidios para que científicos universitarios produjeran investigación en pesquerías y manejo de áreas pesqueras, en apoyo de la misión del INIDEP. Estos cambios, aunque pequeños, podrían mejorar la administración pesquera y crear confianza entre científicos universitarios y de organismos gubernamentales.



Graciela Retegui, 'Pescadores trabajando', Círculo Fotográfico Club San Fernando.

Una alta prioridad para las pesquerías argentinas es instaurar sistemas de manejo que provean rendimientos sustentables. Esta difícil tarea requiere integrar las ciencias biológicas,

económicas y sociales, pero puede proporcionar altos dividendos económicos. Por fortuna, en la Argentina hay científicos de primer nivel capaces de realizar estos análisis. El comité sugiere que se tome como modelo el manejo de pesquerías de Alaska, que produjo beneficios económicos sostenidos. Ello se logró mediante evaluaciones científicas libres de presiones políticas, cuidando de no pescar en exceso ninguna especie, en particular el valioso halibut o hipogloso del Pacífico. En la Argentina su equivalente es la merluza negra patagónica. Mediante un sistema de manejo que proteja a las especies sensibles, otras pueden florecer. Además, en Alaska se progresó mucho en la protección de ejemplares juveniles y del hábitat, por ejemplo, en corales de aguas profundas. Un plan científico para proteger la merluza negra sobre todo de su pesca secundaria cuando se captura la merluza común y su hábitat, serviría de ejemplo para el futuro manejo de otras pesquerías marinas en la Argentina.

Hay pesquerías locales importantes de mejillones y otros invertebrados. Allí donde se las maneja con cuidado, con participación comunitaria y de científicos, parecen sustentables, como es el caso del programa del CENPAT en Puerto Madryn. Este enfoque debería extenderse a otros recursos costeros.

El comité visitó solamente un centro de maricultura, en el IS, que intentó cultivar tanto el mejillón autóctono como una especie exótica. La operación se vio afectada por infecciones masivas y debió ser suspendida. Hay en estos momentos mucha controversia en el mundo sobre la sustentabilidad económica y ecológica de industrias maricultoras de alto rendimiento. Este creciente corpus de conclusiones científicas y de política económica y ambiental debería servir como antecedente si la Argentina decidiera realizar una inversión futura en maricultura.



Héctor Monsalve.

Huevos de nudibranquio. Canal Beagle.

## IV. Infraestructura y uso compartido de equipos

### Embarcaciones

Una gran limitación de las ciencias del mar en la Argentina es el acceso a navíos de cualquier tamaño. Hay cinco buques de investigación capaces de operar en mar abierto. Tres son del INIDEP, uno del CONICET (aunque lo opera la marina) y el quinto es el rompehielos *Almirante Irizar*, que se usa frecuentemente para realizar trabajos de campo aprovechando sus campañas antárticas de verano. No hay un sistema formal que coordine las necesidades y provea recursos para financiar tiempo de buque. La participación en viajes de investigación habitualmente se obtiene por contactos personales. Algunos laboratorios tienen barcos más pequeños para trabajar cerca de la costa, pero son la excepción, y sus operaciones sostenidas así como su mantenimiento, son siempre problemáticos.

### Laboratorios y centros marinos costeros

Un comentario oído con frecuencia durante las visitas del comité fue sobre la falta de laboratorios marinos costeros accesibles a todos los investigadores. Los laboratorios marinos se parecen a los buques en que tanto construirlos como operarlos es caro, pero son esenciales para muchos tipos de investigación. Esquemas similares a los sugeridos para los barcos podrían usarse para algunos laboratorios costeros. Los del CONICET en Ushuaia, Puerto Madryn y Bahía Blanca estarían en condiciones de cubrir esa falta si tuvieran espacio y recursos suficientes para los visitantes. El espacio de laboratorio podría alquilarse y financiarse con

subsidios a la investigación. La capacidad ociosa del laboratorio de maricultura del IS ofrece excelentes oportunidades para quienes necesiten agua corriente de mar e instalaciones de cultivo para realizar trabajo experimental con algas u otros organismos. Quizá existan más lugares que puedan cubrir necesidades similares.

## Satélites y sensores remotos

Como se mencionó, los científicos marinos argentinos parecen hacer uso relativamente limitado de datos satelitales. Ello puede ser el resultado de viejas dificultades en obtenerlos y procesarlos. Sin embargo, el costo de recibir y manejar esa información ha bajado considerablemente. Hay varias estaciones en la Argentina (incluyendo una en el CENPAT) que pueden recibir de sensores información útil para los estudios oceanográficos. Para los instrumentos que no puedan hacerlo directamente, esta puede ser provista por centros regionales o internacionales, generalmente a costo accesible. Ello facilitaría el mayor uso de datos satelitales en estudios oceanográficos en el país.



Adriana Zingona

Sería ventajoso que las instituciones de investigación marina fortalecieran sus vínculos con la CONAE, entidad que recibe y procesa información satelital y desarrolla tecnología de sensores. Los oceanógrafos necesitan la ayuda de expertos en sensores remotos para entender las capacidades y especialmente las limitaciones de estos instrumentos. En tal sentido, es promisorio que un investigador formado del CONICET especializado en sensores remotos esté trabajando con dedicación parcial en el CENPAT. Su contacto frecuente con los científicos marinos de dicho centro podría resultar en una mayor colaboración, entrenamiento de jóvenes científicos en oceanografía satelital y publicaciones conjuntas. Al parecer eso también está sucediendo en el INIDEP.

## Bibliotecas y tecnología de la información

Con pocas excepciones, en la práctica no existen bibliotecas dedicadas a las ciencias marinas y esto sin duda afecta enormemente la cantidad y calidad de las publicaciones de alto nivel. Una de las grandes prioridades nacionales sería obtener acceso de alta velocidad a Internet, incluso a las redes académicas avanzadas, a menudo llamadas Internet 2. La Internet ha modificado enormemente las relaciones entre los científicos argentinos que la poseen y es sumamente importante para la futura coordinación e integración de la investigación. Este acceso debe ser apoyado y ampliado, e incluir suscripciones a publicaciones electrónicas y bases de datos, así como otros recursos. Las videoconferencias podrían ayudar a resolver algunos problemas acuciantes de las ciencias del mar en la Argentina, como el aislamiento físico, la falta de especialistas y dificultad de discutir ideas de investigación. También permitiría compartir seminarios y conferencias y organizar cursos que acercarían la experiencia de los mejores profesores a la comunidad argentina de las ciencias del mar.

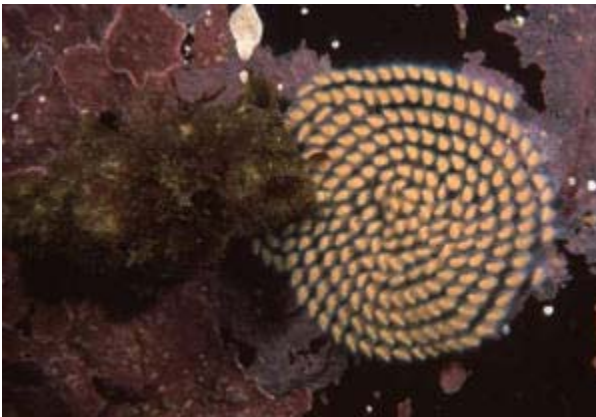
## V. Recursos humanos y educación

En cada una de las instituciones visitadas, el comité encontró científicos entusiastas y bien formados. Este es el recurso más importante del país para la empresa de construir una ciencia marina de nivel mundial. La bibliografía de producción argentina preparada para ilustrar al comité evidencia una admirable trayectoria de publicación en revistas con sistema de arbitraje y circulación internacional. Aunque el comité estuvo formado por solo cinco personas, cuya experiencia y comprensión de las ciencias del mar no podía ser universal, pudo apreciar que en el medio local existen científicos, grupos de investigación y laboratorios que están claramente al mismo nivel que los de cualquier parte del mundo. Sin embargo, hay grandes desafíos por delante.



Héctor Monsalve.  
Pepinos de mar. Canal Beagle.

A pesar de su buen nivel, preocupa el hecho de que la edad media de los investigadores esté aumentando, y que el reciente ingreso de científicos jóvenes al sistema haya sido más bien escaso. En realidad, la incorporación de investigadores principiantes mediante becas de iniciación o admisión en la carrera del CONICET fue virtualmente nula en los últimos años. El comité oyó comentar que es difícil que graduados de las universidades menos conocidas, como algunas de la Patagonia, logren ingresar en el CONICET, pero no pudo explorar la cuestión en mayor profundidad. El regreso de varios científicos formados y hasta hace poco radicados en el extranjero es sumamente alentador. Vuelven con excelentes contactos internacionales y aportan nuevas ideas sobre educación e investigación.



Héctor Monsalve.  
Huevos de caracol. Canal Beagle.

Un serio problema para el futuro de las ciencias del mar en la Argentina es la intención de muchos estudiantes de grado de realizar estudios superiores en el extranjero y luego encontrar allí posiciones permanentes. El mercado laboral para científicos marinos es sumamente pequeño en el país y se limita a los medios académicos y de investigación. Por el momento no hay trabajo en el sector empresarial. Compañías como las pesqueras y petroleras, que podrían emplear a estos científicos, no los incorporan en forma permanente. Las oportunidades de realizar tareas de consultoría son demasiado esporádicas y las que aparecen, por ejemplo asociadas

con construcciones, ambientes y circulación costeros, van por lo común a ingenieros o integrantes de profesiones similares. Tal vez haya que modificar los programas de estudio de las carreras marinas, para poner más énfasis en los problemas costeros y dar a los alumnos un espectro más amplio de herramientas y habilidades profesionales que los torne más competitivos en diferentes ámbitos de trabajo.

No hay en la Argentina abundancia de programas de formación en las diversas disciplinas relacionadas con el océano. La UBA, la UNMdP y la UNPSJB tienen licenciaturas y se podría reactivar una que hubo en la UNS. Sin embargo, es difícil argumentar a favor de la implantación de programas educativos de grado y de postgrado en ciencias del mar cuando se presentan tan pocas perspectivas en el mercado laboral. Por ejemplo, el comité oyó afirmar que no hay trabajo para oceanógrafos físicos. Sería de gran utilidad realizar una evaluación amplia y pública de los actuales programas de formación en cada área de las ciencias del mar, y una proyección de la

evolución de esas áreas, las necesidades de formación y los números de graduados requeridos en un período de entre 5 y 20 años.

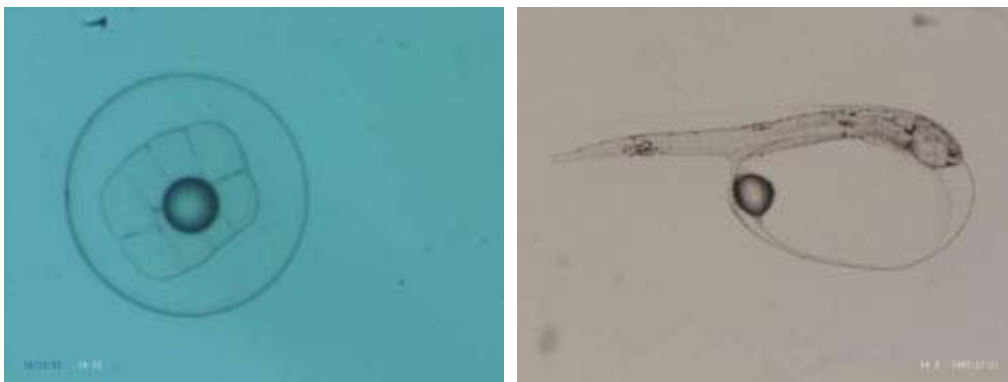
Sería importante tomar en cuenta la conveniencia de renovar los programas actuales de formación de grado. En especial, la diversidad de áreas temáticas en las ciencias del mar hace imposible que una sola institución cubra todo el espectro. Un diseño flexible permitiría que cada una de ellas se concentrara en campos o disciplinas específicas, y ello se podría complementar con mecanismos que permitieran a los estudiantes completar sus requisitos curriculares tomando cursos ofrecidos por distintas instituciones. Esta sugerencia, tal vez un poco ingenua, puede ser difícil de llevar a la práctica, dado que muchos estudiantes deben trabajar para mantenerse y no dedican todo su tiempo al estudio. Sin embargo, un objetivo fundamental debería ser evitar duplicaciones innecesarias de cargos docentes e incluso de departamentos universitarios.

## VI. Síntesis de recomendaciones

*1. Trabajar en pos de un ambiente de cooperación, que fomente la coordinación de los programas de investigación y el uso de los recursos institucionales, y que integre varias disciplinas, incluso las ciencias sociales.*

Las ciencias del mar en la Argentina se pueden caracterizar como disciplinas que cultivan la excelencia en aislamiento. La cuestión prioritaria que surgió durante las conversaciones del comité con la comunidad científica fue la virtual ausencia de coordinación de programas de investigación entre las instituciones, así como del uso de equipos y de personal científico y de apoyo disponibles. Cuando hay coordinación, esta es el resultado de enormes esfuerzos individuales y relaciones personales.

El comité escuchó varias explicaciones sobre las posibles causas de dicho individualismo de los investigadores. Estas fueron desde 'la naturaleza de los científicos argentinos' hasta el bajo nivel de la financiación de la ciencia, que puede haber provocado actitudes defensivas y dado lugar a la selección de temas de investigación abordables por individuos o pequeños grupos con limitado apoyo financiero.



Eddie O Aristizabal. Huevo y larva de besugo.

Dado que la tendencia mundial en las ciencias del mar es hacia proyectos interdisciplinarios integrados, el comité cree conveniente que se tomen medidas para fomentar ese tipo de proyectos en la Argentina. Le resultó muy claro, sin embargo, que un cambio en la actual modalidad de trabajo requeriría incentivos tangibles y concretos. Obviamente, una posibilidad sería que las entidades financiadoras de la ciencia promuevan la colaboración interinstitucional y las investigaciones interdisciplinarias; por ejemplo, que ofrezcan subsidios

para proyectos de genuina colaboración entre dos o tres instituciones o investigadores de distintas disciplinas. El comité cree que otorgar un número reducido de subsidios importantes, sujetos a estas condiciones, estimularía la colaboración entre laboratorios y grupos, y proveería ejemplos visibles de los estudios interdisciplinarios que caracterizarán el futuro de las ciencias del mar. En un plazo más largo, el CONICET podría establecer mecanismos para analizar propuestas integradoras y financiar la infraestructura necesaria como parte de los subsidios.

Creemos que existe la oportunidad de llevar a la práctica varios grandes proyectos interdisciplinarios e interinstitucionales, orientados hacia estudios de procesos, enfocados desde el ángulo del ecosistema y relacionados con diferentes ambientes marinos. La financiación podría extenderse, por ejemplo, por hasta cinco años, con revisiones anuales. Sugerimos cuatro ejemplos: (1) el golfo Nuevo, declarado patrimonio de la humanidad, y el golfo San José, que parecen responder a procesos distintos y concentran una importante biodiversidad; (2) Ushuaia, donde hay una flora y fauna únicas, que tal vez cabría estudiar con relación a la Antártida; (3) Mar del Plata, donde los estudios podrían incluir temas de administración costera, y (4) la plataforma argentina, donde el INIDEP realiza un estudio interdisciplinario y podría facilitar el acceso de investigadores a buques de instituciones asociadas. Una característica central de tales estudios de ecosistemas sería la consideración minuciosa de los vínculos y barreras entre los ambientes.



Eugenia Zavattieri.  
Anémona en banco de cholgas. Golfo Nuevo.

desde arriba.

## 2. Impulsar la preparación de un plan oceanográfico argentino.

El plan oceánico que se sugiere proveería una guía estratégica no solo para la investigación sino, también, para el manejo y la conservación. Además, ayudaría a financiar estudios integrados y coordinados del mar argentino.

El comité tuvo acceso al *Programa de investigaciones sobre el mar argentino* (diciembre de 1997), coordinado por una comisión de estudios sobre este mar. Dicho programa, sin embargo, solo enuncia una lista de temas de interés, pero no marca con claridad las prioridades y necesidades, ni los fundamentos con que se determinarían esas prioridades. En opinión del comité, hay suficiente conocimiento científico del mar argentino como para iniciar la confección de un plan. La clave será obtener apoyo político y financiero. La mayoría de los investigadores consultados creen que esto debería venir 'de arriba', y se sienten incapaces de ejercer influencia sobre el proceso de planificación. Debería alentarse fuertemente el que los científicos cambien esta percepción y desempeñen un papel más activo. De otra forma, la comunidad académica no se sentirá comprometida con un plan que venga

### *3. Buscar la forma de que los científicos argentinos accedan a embarcaciones de investigación.*

Los investigadores argentinos sufren las consecuencias de la falta de acceso a embarcaciones. Ello está paralizando el progreso de las ciencias del mar. En el corto plazo, se podrían adjudicar a investigadores interesados un cierto número de días-barco anuales, financiados centralmente, mediante un proceso competitivo de propuestas sometidas al juicio de los pares.

Se podría implantar de inmediato un cambio pequeño pero significativo: buscar una mejor coordinación del acceso a buques extranjeros que se encuentren operando en aguas argentinas o adyacentes. Aparentemente ello se está haciendo de manera informal y caso por caso. En el largo plazo, convendría probablemente centralizar la compra, construcción y operación de embarcaciones, de forma que un buen proyecto de investigación que requiriera uso de barco lo reciba de manera automática. Las pequeñas embarcaciones son también un problema: se podría dar acceso a ellas por el sistema de uso compartido en laboratorios costeros (ver recomendación 8).

### *4. Tomar medidas inmediatas para contrarrestar la fuga de cerebros.*

Habría que retener a los jóvenes graduados dándoles adecuado apoyo, y alentar el regreso de los que estudian en el extranjero. Ello se podría hacer ofreciéndoles un contrato por no menos de cinco años y fondos para poner en marcha sus investigaciones. El Brasil, por ejemplo, tiene un excelente programa para asegurar el regreso de los graduados.

### *5. Analizar en qué áreas de las ciencias marinas hay carencia de investigadores, establecer el número requerido de estos y poner en práctica medidas para subsanar esas carencias.*

Como parte del plan oceánico sería oportuno evaluar la cantidad de científicos que se necesitarían en las distintas disciplinas marinas, y que se podrían incorporar o mantener en los próximos 10 a 20 años. Luego habría que crear incentivos para atraer a los mejores estudiantes hacia esas disciplinas. Por ejemplo, el programa *Research Experience for Undergraduates*, de la *National Science Foundation* de los Estados Unidos, facilita el acceso de los buenos estudiantes universitarios a las ciencias marinas mediante pequeñas becas de corta duración para concurrir a instituciones y participar en proyectos de investigación en curso. Una iniciativa de este tipo necesita ir acompañada de oportunidades de empleo, que hoy faltan.

### *6. Aumentar y coordinar mejor la financiación de las ciencias del mar.*

Un investigador sugirió que se creara un área del CONICET orientada a los recursos naturales y el ambiente. La información básica con que contó el comité mostró solo cuatro o cinco proyectos relacionados con el mar entre los apoyados por la ANPCyT en 2000-2001. Esta situación no cambiará por arte de magia y requerirá mucho activismo por parte de los científicos marinos argentinos.



INIDEP.  
Buque de  
investigación  
Capitán  
Cánepa.

*7. La comunidad de científicos del mar necesita encontrar cómo trabajar unida en esfuerzos de extensión y activismo que cambien la situación existente.*

Sería oportuno estimular el surgimiento de líderes talentosos y carismáticos, no solo en el nivel de los grupos de investigación sino, también, en el orden nacional. La comunidad debería poder explicar en forma clara y convincente la importancia de las ciencias del mar a funcionarios y dirigentes políticos. Parece existir una percepción bastante generalizada entre los científicos marinos argentinos de que la investigación es una actividad intrínsecamente valiosa. Sin embargo, en un medio con recursos limitados, necesitan estar dispuestos y tener la capacidad de justificar ante la sociedad las razones que existen para asignar algunos de esos recursos a la investigación marina y no a otros fines. Sin caer en la antinomia estéril de ciencia básica contra aplicada, los argumentos que justifiquen la inversión social en investigación en ciencias del mar tienen que ser presentados a los responsables políticos en términos que les resulten comprensibles y relevantes para el ejercicio de sus responsabilidades. Por ejemplo, el comité se sorprendió por la ausencia de datos accesibles y de comprensión del valor económico de los recursos marinos para la Argentina, los que incluyen pesquerías, minerales y turismo. Los políticos suelen responder favorablemente a argumentos acerca del desarrollo económico, y esto puede ayudar al progreso de las ciencias del mar.

En el mediano y largo plazo, las estrategias para asegurar financiación adecuada para las ciencias del mar pueden requerir el fortalecimiento de lazos entre la comunidad científica y organizaciones no gubernamentales. Los académicos también darían beneficios de largo plazo si produjeran material de difusión para la escuela secundaria, y aun la primaria, y si también proporcionarían periódicamente apoyo a los docentes de esos niveles, por ejemplo, mediante cursos de actualización. En el ámbito local, la divulgación generalmente resulta más exitosa cuando es parte de investigaciones en curso y no un hecho aislado. Por esta razón, la acción en los colegios, la extensión y la divulgación tendrían que considerarse parte de los proyectos de investigación y pesar en las instituciones y agencias de financiación a la hora de evaluar a los investigadores. Las estrategias de mediano y largo plazo podrían ser coordinadas por la largamente esperada Asociación Argentina de Ciencias del Mar, cuyo liderazgo y peso colectivo

podría influenciar las políticas gubernamentales, los fondos para investigación y la educación en ciencia de una forma que no está al alcance de investigadores individuales o instituciones.

8. *Explorar formas de compartir el uso de servicios y equipo de investigación caros.*

Los actuales laboratorios costeros y otros medios de investigación podrían ser compartidos en el corto plazo mediante adecuados esquemas de financiación. Por ejemplo, se podrían instalar centros de excelencia en laboratorios donde ya existen experiencia y equipos. En un plazo más largo, se podría instalar infraestructura de apoyo a la investigación en regiones costeras remotas y al presente desatendidas. Disponer de una instalación modesta, con buen acceso al campo, un laboratorio de preparación y pequeñas embarcaciones constituiría un gran paso adelante.

9. *La tecnología de la información es crítica para el futuro.*

Está claro que un acceso rápido a Internet es esencial para la comunicación y la colaboración entre científicos instalados en instituciones alejadas. La comunicación por Internet es parte fundamental de cambios en la forma de relacionarse de los científicos argentinos entre sí y con sus colegas internacionales. Tal acceso a Internet necesita ser apoyado, y extendido a publicaciones electrónicas, bases de datos y a otros recursos. Las videoconferencias que permiten realizar las redes académicas avanzadas (Internet 2) son una herramienta poderosa para fomentar la comunicación entre investigadores de instituciones geográficamente apartadas.



Teresita Fernández.  
Lobería en Península Valdés.

10. *Los subsidios medianos y pequeños dirigidos a proyectos de riesgo son universalmente reconocidos como importantes.*

Casi todos los entrevistados consideraron fundamental disponer de pequeñas ayudas para financiar contactos internacionales, becas para estudiantes y necesidades modestas de equipo, especialmente en tiempos económicamente duros. Aunque los investigadores más destacados generalmente encuentren apoyo, la robustez de la disciplina y su desarrollo futuro requieren una amplia base de profesionales que, aun cuando no siempre estén trabajando en temas de punta, hacen una contribución importante interactuando con los responsables del manejo de recursos naturales y con conservacionistas, enseñando y realizando actividades de

extensión. La fuerza del futuro está en la diversidad.



Siglas	
ANPCyT	Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica
CADIC	Centro Austral de Investigaciones Científicas, CONICET, Ushuaia
CENPAT	Centro Nacional Patagónico, CONICET, Puerto Madryn
CGC	Centro de Geología de Costas, UNMdP

CIMA	Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, UBA/CONICET
CIMA	Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, UBA/CONICET
CONAE	Comisión Nacional de Actividades Espaciales
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
FREPLATA	Proyecto de protección ambiental del frente marítimo del Río de la Plata, PNUD/GE
IAA	Instituto Antártico Argentino
IADO	Instituto Argentino de Oceanografía, CONICET, Bahía Blanca
INIDEP	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata
IS	Instituto de Biología Marina y Pesquería Almirante Storni, San Antonio Oeste
LOC	Laboratorio de Oceanografía Costera, UNLP
MACN	Museo Argentino de Ciencias Naturales
SIHN	Servicio de Hidrografía Naval
UBA	Universidad de Buenos Aires
UNLP	Universidad Nacional de La Plata
UNMdP	Universidad Nacional de Mar del Plata
UNPA	Universidad Nacional de la Patagonia Austral
UNPSJB	Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
UNS	Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca

---

## Agradecimientos

El comité agradece a los numerosos colegas argentinos que lo ayudaron con entusiasmo y expresaron sus ideas con franqueza. También a los directores de institutos que lo recibieron y le proporcionaron un panorama amplio de las ciencias del mar en la Argentina. Para escribir este informe le fue de gran utilidad un conjunto de documentos de base sobre diferentes temas, preparado por los siguientes científicos locales: José Luis Esteves, química marina; Oscar Iribarne, análisis bibliográfico; Federico Isla, geología costera; Alberto Piola, oceanografía física; Marcelo Scelzo, educación en ciencias del mar y Claudia Simionato, interacción entre el océano y la atmósfera. Si este informe resulta útil, será en buena medida gracias a la preocupación, colaboración y energía de la comunidad de científicos marinos de la Argentina.

## ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO DEL PERÍODO 1995-2001

**Oscar Iribarne**  
**Pablo Ribeiro**  
 Departamento de Biología  
 Universidad Nacional de Mar del Plata

Esta nota resume información sobre trabajos científicos en ciencias del mar publicados por investigadores de instituciones argentinas en revistas con control editorial ('referato') durante el período 1995-2001. No incluye informes técnicos ni libros. La base de datos fue generada usando sistemas de búsqueda disponibles en la biblioteca del Marine Biological Laboratory de Woods Hole, principalmente los Cambridge Scientific Abstracts en ciencias biológicas (abarca biomedicina, biotecnología, zoología, ecología, agricultura y veterinaria), Aquatic Sciences and Fisheries (trabajos marinos y dulceacuícolas en general) y GeoRef (literatura geológica internacional). Se incluyeron referencias en las que la palabra 'Argentina' estuviera en cualquier lugar del trabajo; luego la lista fue depurada para dejar autores con dirección postal argentina y ampliamente circulada por la comunidad científica local de las respectivas disciplinas, de modo de obtener una cobertura más completa.

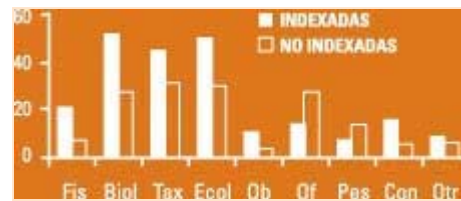


Figura I. Número de revistas diferentes en las que aparecieron los trabajos durante el período 1995-2001 en las disciplinas fisiología (Fis), biología (Biol.), taxonomía y biogeografía (Tax), ecología y conservación (Ecol), oceanografía biológica (Ob), oceanografía física, química y geológica (Of), pesquerías y cultivos (Pes), contaminación (Con) y otras (Otr).

CADIC	Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET)
CENPAT	Centro Nacional Patagónico (CONICET)
CEPAVE	Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CONICET)
CITEP	Centro de Investigaciones de Tecnología Pesquera y Alimentos Regionales (CIC, Bs. As.)
IAA	Instituto Antártico Argentino
IADO	Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET)
IBMYP STORNI	Instituto de Biología Marina y Pesquera
ILPLA	Almirante Storni (Río Negro)
	Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (CONICET-UNLP)
INALI	Instituto Nacional de Limnología (CONICET)
INIDEP	Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
MABR	Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia
Pto DESEADO	Centro de Investigaciones de Puerto Deseado (Santa Cruz)
UBA	Universidad Nacional de Buenos Aires
UNC	Universidad Nacional de Córdoba
UNL	Universidad Nacional de Luján
UNLP	Universidad Nacional de La Plata
UNMdP	Universidad Nacional de Mar del Plata
UNLPSJB	Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
UNS	Universidad Nacional del Sur

Tabla 1. Instituciones de los primeros autores de los trabajos publicados en 1995-2001.

Si bien es probable que no se hayan localizado todas las publicaciones del período, creemos que el resultado es suficientemente representativo como para analizar patrones generales de la producción científica. Dada, por otro lado, la tendencia de las instituciones científicas locales y extranjeras a conceder especial valor a trabajos publicados en revistas indexadas por el Institute for Scientific Information de Philadelphia (ISI, <http://www.isinet.com>), las referencias fueron divididas en indexadas y no indexadas. Cada referencia fue también adjudicada a una institución según la dirección postal del primer autor (tabla 1). Se tomaron en cuenta los coautores para evaluar las interacciones interinstitucionales. Para diferenciar la producción científica por áreas temáticas, se agruparon los trabajos en: (a) fisiología (ej., problemas de osmorregulación), (b) biología (ej., reproducción, crecimiento), (c) taxonomía y biogeografía (ej., descripción o identificación de especies, cambios en rangos geográficos), (d) ecología y conservación (ej., interacciones entre especies, factores que afectan la distribución espacial), (e) oceanografía biológica (ej., producción primaria y corrientes), (f) oceanografía física, química y geológica (ej., descripciones físicas, químicas o geológicas del ambiente), (g) pesquerías y cultivos (ej., evaluación de efectivos pescales, identificación de poblaciones, evaluación de mortalidad por pesca, desarrollo e implementación de cultivos marinos), (h)

contaminación (ej., identificación, cuantificación y efectos de ella), (i) otros (artículos relacionados a ciencias marinas pero no estrictamente contemplados por las categorías anteriores). La ubicación de los trabajos en las diferentes categorías no presentó mayores ambigüedades, si bien los criterios utilizados para diferenciar entre estas pueden ser ambiguos. Así, oceanografía biológica, incorpora referencias que también podrían haberse puesto bajo biología o ecología y conservación, que usamos para trabajos que evalúan e interpretan los factores fisicoquímicos oceanográficos como componentes de los procesos biológicos o ecológicos estudiados. Pesquerías también es de discutible identidad, ya que gran parte de las otras categorías incluyen trabajos que aportan al conocimiento de especies explotables o explotadas. Optamos por asignar a pesquerías los artículos que explícitamente proveyeran datos o análisis sobre producción o discutieran problemas de especies o ecosistemas directamente relacionados a la explotación pesquera.



Figura II. Producción anual de trabajos en ciencias del mar durante el período 1995-2001, clasificados por la institución del primer autor. La categoría Otros incluye trabajos de CEPAVE, CITEP, IAA, IBMYP STORNI, ILPLA, INALI, MABR, Pto DESEADO, UNC, UNL, UNLP, UNLPSJB, UNS. Las publicaciones en revistas indexadas por el ISI se representan por barras llenas, las no indexadas por barras vacías.

publicados) fueron: Scientia Marina (4%), Journal of Shellfish Research (3%), Hydrobiologia (3%), Polar Biology (3%), Bulletin of Marine Science (2%), Waterbirds (2%), Journal of Parasitology (2%), The Veliger (2%), Marine Mammal Science (2%), Archive of Fishery and Marine Research (1%).

Durante el período estudiado se publicaron 443 trabajos en revistas indexadas y 269 en revistas no indexadas. La proporción de trabajos con autores de diferentes instituciones y la proporción de trabajos interdisciplinarios (ej., químicos y biólogos, físicos y biólogos) nunca superó el 10% del total y no varió para trabajos indexados con relación a no indexados. De todas maneras los trabajos interdisciplinarios fueron más comunes en las oceanografías.

En todas las categorías temáticas la diversidad de revistas indexadas fue en general mayor que la diversidad de revistas no

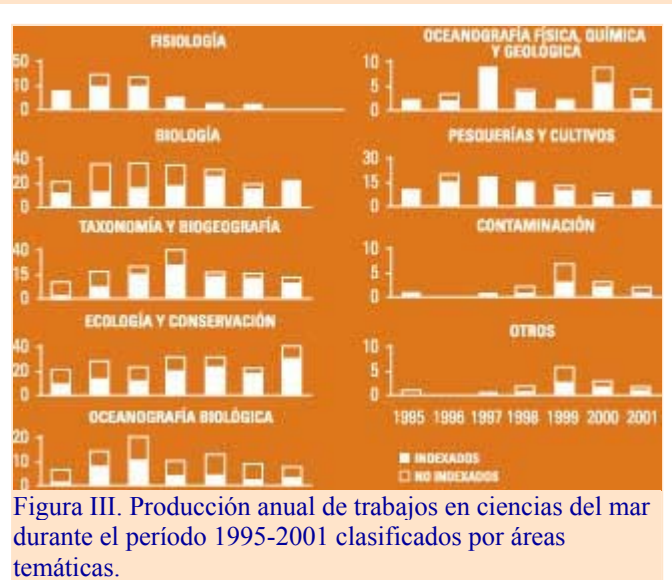


Figura III. Producción anual de trabajos en ciencias del mar durante el período 1995-2001 clasificados por áreas temáticas.

indexadas (figura I), excepto en pesquerías y cultivos y oceanografía física, química y geológica, donde el patrón es el inverso. Los trabajos en revistas no indexadas se publicaron en 93 revistas diferentes, 22 de las cuales son argentinas. Las revistas argentinas (todas no indexadas) que concentran el 90% de los trabajos publicados son: Naturalia patagónica, serie ciencias biológicas (11%), Frente marítimo (10%), Revista de investigación y desarrollo pesquero (10%), Physis (4%), Geoacta (3%), El hornero (1%), Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología (1%), Revista de la Asociación Geológica Argentina (1%), Revista argentina de microbiología (0,7%), Revista del museo de La Plata, nueva serie, sección botánica (0,7%). Los trabajos en revistas indexadas se publicaron en 147 revistas, ninguna argentina. No identificamos revistas indexadas que notoriamente tuvieran mayor cantidad de trabajos publicados que otras, pero las 10 más importantes (24% del total de trabajos

El número de trabajos publicados por año (figura II, superior) aumentó luego de 1995 y no mostró tendencias notorias durante el resto del período. Los trabajos provenientes de instituciones con producción inferior al 5% de la totalidad de los trabajos fueron agrupados en la categoría otros (tabla 1). La mayoría de las instituciones mantuvieron una producción numéricamente similar. Solo el Centro Nacional Patagónico (CENPAT) mostró una tendencia a incrementar el número de publicaciones por año. En ningún caso los valores reflejan producción por investigador, ya que no fue el objetivo de este análisis. Comparando el número de publicaciones con la cantidad de contribuciones que se presentan en las jornadas nacionales de ciencias del mar (la reunión nacional específica del área) se observa que en 2000, se presentaron en Puerto Madryn 405 trabajos y en 2003 se presentarán en Mar del Plata 491 trabajos, cantidades que superan ampliamente la de las publicaciones. Ello sugiere que una importante cantidad de información referente a las ciencias del mar en la Argentina no se publica.

El cambio más importante a lo largo del período analizado es el incremento en la proporción de trabajos en revistas indexadas (desde un 50% a un 80%). Este incremento ocurrió en todas las instituciones (figura II), pero fue más notorio en el CENPAT y la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Otras instituciones, como la Universidad de Buenos Aires (UBA) mantuvieron una proporción muy alta de trabajos indexados y no evidenciaron cambios. Este aumento puede ser el resultado de la mayor importancia que se le está dando a ese tipo de publicaciones en instituciones como CONICET, para la evaluación de informes, promoción de los científicos y otorgamiento de subsidios, igual que en las universidades. El incremento de la proporción de publicaciones indexadas también es notorio en todas las categorías temáticas (figura III), aunque es más importante en biología, taxonomía y biogeografía y ecología y conservación, dado que al inicio del período examinado presentaban proporciones muy bajas de trabajos en revistas indexadas.

Otra tendencia de muchas instituciones es a categorizar los trabajos basándose en el valor de los índices de impacto (impact factor), calculados por ISI, de las revistas en las que se realizaron las publicaciones. Para evitar las diferencias entre áreas, esto se realiza con relación a trabajos de áreas temáticas similares, para lo cual el ISI provee anualmente el Subject Category Listing. Si bien existe mucha discusión sobre la validez de usar estos índices para evaluar la calidad de la producción científica, la comparación es muy usada. Con el fin de comparar la producción científica en ciencias del mar con sus áreas temáticas, se promediaron los datos por categoría del Subject Category Listing, usando datos de 1996 y 2001. Si bien los valores individuales de las revistas cambian, principalmente aquellas que publican pocos trabajos por año, el promedio general es estable, y más aún la mediana, que fue usada en este caso (por lo general, no difiere mucho de la media). Dada esta situación, usamos como referencia los datos del ISI correspondientes a 2001. La mayoría de las revistas en las que se publicaron los trabajos recopilados están en alguna de las siguientes categorías: Biochemistry & Molecular Biology (mediana 1,9, rango 0,02 a 31,63, n 305), Fisheries (mediana 0,8, rango 0,08 a 2,96, n 36), Geology (mediana 0,7, rango 0,16 a 3,05, n 35), Marine & Freshwater Biology (mediana 1,0, rango 0,14 a 2,89, n 71), Oceanography (mediana 1,0, rango 0,10 a 3,17, n 39), Ornithology



Figura IV. Distribuciones de índices de impacto de las revistas en que se publicaron los trabajos analizados. Las líneas de los extremos representan los percentiles 0,01 y 0,99; las cajas engloban 50% de los datos (los extremos representan los percentiles 0,25 y 0,75); la línea interna de las cajas es la mediana. La línea punteada representa la mediana del índice de impacto de las revistas del área.

(mediana 0,6, rango 0,32 a 1,37, n 15), Zoology (mediana 0,8, rango 0,02 a 5,25, n 110). Comparando las distribuciones de índices de impactos con categorías similares del ISI (figura IV), se nota que las publicaciones en oceanografía tienen valores superiores a la mediana de su área, mientras que las otras categorías no difieren de las respectivas medianas. El aumento del número de trabajos en revistas indexadas en las categorías biología, taxonomía y biogeografía y ecología y conservación no generó cambios notorios en el valor medio ni en varianza de los índices de impacto. En la categoría fisiología hay trabajos que se publican en revistas correspondientes a Biochemistry & Molecular Biology o Marine & Freshwater Biology en la clasificación del ISI, ambas con índices de impacto muy diferentes. Por esa razón es difícil realizar comparaciones.

En conclusión, los datos muestran que la producción científica está diversificada en muchas revistas (principalmente las indexadas), con la mayoría de los trabajos (62%) publicados en revistas indexadas y una baja proporción de trabajos interdisciplinarios e interinstitucionales (menor al 10%). Un cambio muy notorio fue el aumento en la proporción de publicaciones en revistas indexadas, tanto sea en las diferentes disciplinas como en las instituciones, sin que haya evidencia de cambio en los índices medios (o varianzas) de impacto.

