
TAXONOMÍA DE INVERTEBRADOS MARINOS: NECESIDADES EN LATINOAMÉRICA

SERGIO I. SALAZAR VALLEJO, NORMA EMILIA GONZÁLEZ
y EVANGELINA SCHWINDT

RESUMEN

La taxonomía es una disciplina fundamental en la biología y es indispensable para la determinación de especies indicadoras o exóticas y para actividades de monitoreo. Para su desarrollo, se requiere de colecciones de historia natural y herbarios que documenten la biodiversidad regional. Por la gran biodiversidad del planeta, la taxonomía merece la misma atención que los programas del cambio climático. Los resultados de varias reuniones internacionales, desde la Convención sobre Diversidad Biológica de 1992, resaltaron la necesidad de mejorar el respaldo gubernamental para esta disciplina. Una de las principales conclusiones alcanzadas fue establecer una iniciativa global para la taxonomía en 1998. Los países se comprometieron a establecer programas nacionales pero como no se avanzó, la Conferencia

de las Partes consideró urgente su implementación en 2006. En el presente trabajo se revisan los problemas y avances principales, y se propone una ruta crítica para organizar programas en Latinoamérica, con énfasis en los invertebrados marinos. Se plantea que es necesario que los taxónomos y responsables de colecciones se organicen, mejoren sus relaciones con los tomadores de decisiones y preparen una iniciativa nacional, la cual debe incluir un programa de contratación progresiva para mantener y diversificar el conocimiento de la biota marina. Al mismo tiempo, se enfatiza que la investigación taxonómica debe incorporar métodos y enfoques bioinformáticos y moleculares, y ser considerada como ciencia planetaria.



La taxonomía es muy relevante en la bioconservación porque permite la delimitación de las especies de manera estable, consistente y explícita (Mace, 2004). La calidad de la interacción entre los taxónomos y los responsables de la preservación de la naturaleza o de los planificadores ambientales depende de que los primeros generen listas de especies con criterios definidos, definan y permitan reconocer las especies críticas, y de que se facilite el monitoreo de las especies indicadoras. Esto último permitirá satisfacer el reto del 2010, lanzado en Johannesburgo en 2002, siempre que haya indicadores confiables para el monitoreo de la gestión

Los taxónomos están entre los científicos más exhaustos, peor pagados y subestimados de la biología.

Nicholas Gotelli (2004)

humana de la biodiversidad. No sorprende, entonces, que cuatro de esos indicadores dependan de las actividades taxonómicas para identificar especies, para determinarlas como amenazadas, para detectar la presencia o impacto de especies exóticas o para hacer evaluaciones tróficas.

La Convención de la Diversidad Biológica (CDB), reunida en Río de Janeiro en 1992, generó acuerdos multilaterales orientados a preservar la biodiversidad, ya que del capital natural depende el desarrollo humano. Biodiversidad

comprende tres niveles de organización (genética, de especies y de comunidades o ecosistemas), pero su uso se ha concentrado para denotar la riqueza de especies y su endemismo. Usando estos atributos, Russell Mittermeier seleccionó como megadiversos a los países que en conjunto albergan un 70% de la biota planetaria; el objetivo fue priorizar los esfuerzos de conservación, dado que los recursos para ello parecen ser muy escasos. Entre los megadiversos destacan varios países latinoamericanos y puede ser ilustrativo el

PALABRAS CLAVE / Biodiversidad / Colecciones / Invertebrados Marinos / Latinoamérica / Taxonomía /

Recibido: 29/03/2007. Modificado: 13/06/2008. Aceptado: 18/06/2008.

Sergio I. Salazar Vallejo. Doctor en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Investigador, Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México. Dirección: Ecosur, Chetumal, Quintana Roo, México. e-mail: salazar@ecosur.mx

Norma Emilia González. Bióloga Marina, Universidad de Baja California Sur, México. Técnico, ECOSUR, México.

Evangelina Schwindt. Doctora en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Investigadora, Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn, Chubut, Argentina. e-mail: schwindt@cenpat.edu.ar

TABLA I
PAÍSES MEGADIVERSOS DE LATINOAMÉRICA CON ALGUNOS
ATRIBUTOS GEOGRÁFICOS Y ACADÉMICOS

País	Extensión (10 ⁶ km ²)	Población (10 ⁶ hab)	Densidad poblacional	Número de taxónomos	Taxónomos /10 ⁶ personas
Bolivia	1,1	8,6	7,81	6	0,7
Brasil	8,5	172	20,24	171	1
Colombia	1,1	43	39	31	0,7
Costa Rica	0,05	4	80	18	5
Ecuador	0,26	13	50	8	0,6
México	1,9	100	52,63	125	1,3
Perú	1,3	27	20,77	12	0,4
Venezuela	0,9	24	26,67	32	1,3

Información compilada del Almanaque Mundial (2008), y de Haas y Häuser (2006).

considerar algunos atributos relevantes de manera comparada (Tabla I).

Si la densidad poblacional fuera un indicador de la intensidad del uso de los recursos naturales, entonces Costa Rica, México, Colombia y Venezuela tendrían los peores escenarios. Si consideramos el número de taxónomos como una medida indirecta del nivel de conocimiento de las biotas nacionales, parecería que México y Brasil están en mejores condiciones, pero si las cifras implican el número de taxónomos por millón de habitantes, Costa Rica estaría a la cabeza con el triple de lo disponible en México o Venezuela. En consecuencia, incluso para aquellos países que parecerían tener mejores indicadores, el esfuerzo taxonómico es muy limitado. Por ello, se ha aceptado la necesidad de impulsar el desarrollo de la taxonomía y algunos opinan que esa aceptación cambió la situación para los taxónomos (Samper, 2004).

Uno de los objetivos emanados de la CDB era resolver el impedimento taxonómico; es decir, las lagunas del conocimiento taxonómico, la escasez de taxónomos y curadores, y el impacto que estas limitantes tienen sobre la gestión de los recursos naturales. A nivel planetario faltan listas autorizadas de especies, revisiones que resuelvan problemas de sinonimia (20-80% según Seberg, 2004), fondos para estudios taxonómicos, más expertos e información taxonómica accesible (Kim y Byrne, 2006).

¿Cuál sería la situación de la taxonomía en Latinoamérica? Haas y Häuser (2006) usaron el *Zoological Record* y estimaron el número mundial de zootaxónomos, a quienes definieron como la persona que realiza investigación en taxonomía y es autor de publicaciones indizadas. Así, consideraron que habría 8000-9000 zootaxónomos y que de ese total mundial habría en Latinoamérica apenas unos 500, lo que indicaría que nuestros países cuentan con apenas entre 5,6 y 6,3% del total mundial. Puede haber varias discrepancias en relación con estos números. Por ejemplo, Tarazona et

al. (2003) mostraron que Perú cuenta con 68 taxónomos, cinco veces más de lo que se indica arriba, repartidos como 27 especialistas en vertebrados (40%), 15 especialistas en bacterias, fitoplancton o macroalgas (22%) y 26 se interesan por los invertebrados (38%). Por supuesto, ésta es una marcada desproporción y hay una marcada relación negativa entre el número de especies de cada grupo y el de especialistas. Por ello, los números reales son difíciles de precisar pero por lo menos en cuanto a los autores (y publicaciones) de la Tabla I, o en cuanto a la desproporción entre riqueza de especies y número de taxónomos, el panorama es bastante crítico, independientemente del tamaño de cada nación o de su riqueza de especies.

Taxonomía Global

La CDB instruyó en 1997 al *Global Environmental Facility* del Banco Mundial a impulsar la Iniciativa Taxonomía Global (ITG). Sus objetivos originales fueron refinados, ya que la ITG se formalizó en Darwin, Australia, en 1998 y fue refrendada en Londres en el mismo año. El documento resultante es conocido como Declaración de Darwin (Environment Australia, 1998). Las principales recomendaciones contenidas fueron que los gobiernos deberían: 1) Tener programas de inversión de largo plazo para fortalecer la infraestructura de sus colecciones. 2) Impulsar iniciativas de colaboración e interacción entre distintos países, y optimizar los recursos disponibles (entrenamiento en niveles nacionales, regionales y subregionales) y para el entrenamiento, el fortalecimiento de la infraestructura y de nuevas tecnologías. 3) Seguir estándares internacionales para el mantenimiento y seguridad de colecciones y para la calidad del ambiente laboral. 4) Brindar programas de entrenamiento en varios niveles técnicos y académicos, y reconocer que la contratación progresiva del personal entrenado es esencial. 5) Maximizar el acceso a la información taxonómica para cualquier usuario, con técnicas modernas, y la información taxonómica debería estar en formato digital. 6)

Fortalecer la capacidad taxonómica nacional al designar centros de referencia y brindar información de sus colecciones.

Los acuerdos de la Conferencia de las Partes de la CDB en relación con la ITG fueron modificados en marzo de 2006, en Brasil (Conference of the Parties, 2006). El punto 9 de dicha modificación merece resaltarse ya que urge a los países que no lo hayan hecho, a establecer programas nacionales sobre la ITG, a realizar o actualizar las necesidades nacionales en esa dirección y vincularlas con las estrategias nacionales de biodiversidad, y a contribuir a que se realicen e implementen dichas iniciativas incluyendo la modernización de las colecciones.

Gracias a la CBD, la taxonomía alcanzó una prominencia política que no tenía antes. No obstante, de no consolidarse la ITG en la medida comprometida, la responsabilidad recaerá en los líderes de cada gobierno y en los mismos taxónomos. No deja de ser irónico que el gobierno de EEUU, que no ha ratificado este u otros compromisos ambientales internacionales, sea el que ha destinado la mayor cantidad de recursos para acciones en taxonomía (Smith, 2006). Por ello, el avance en el desarrollo de la iniciativa depende más del interés de los políticos nacionales y de la disponibilidad de recursos concretos, que de la cantidad de acuerdos internacionales firmados o del número de documentos generados. Así, impulsados por los programas estadounidenses, ya hay otros similares en Australia, Costa Rica y Suecia.

Diez años después de las reuniones, firmas y ratificaciones, las metas de la ITG no han sido alcanzadas. El objetivo de este trabajo es revisar los problemas y avances principales en la taxonomía contemporánea, y promover la reflexión y acciones con una ruta crítica para organizar programas en Latinoamérica, con un énfasis principal en los invertebrados marinos, sin desdeñar la necesidad de incrementar el financiamiento gubernamental para el desarrollo de todas las ciencias (King, 2004). Al mismo tiempo, se reitera que la situación de la ecología también es apremiante por lo que se debe optimizar su interacción y resolver su desatención, de modo que el desarrollo de la ecología y la taxonomía sea más o menos paralelo. Por cierto, los practicantes de la ecología y la taxonomía haríamos bien en notar el éxito de genetistas y climatólogos, en cuanto a financiamiento y promoción de sus disciplinas, al lograr interesar e incluso alarmar a los políticos y tomadores de decisiones. Debemos mejorar nuestras participaciones públicas y contactos con los tomadores de decisiones (Watson, 2005), dada la relevancia planetaria de la taxonomía.

El descubrimiento de un nuevo género de primate en las montañas

TABLA II
NÚMEROS DE ESPECIES DE DISTINTOS GRUPOS DE ORGANISMOS Y
CONOCIMIENTO RELATIVO DE ALGUNOS GRUPOS POR REGIÓN

Grupo	Número de especies ($\times 10^3$)		
	Descritas por año	Conocidas	Estimadas
Mandibulata	7,2	963	8000
Plantas	1,7	270	320
Hongos	1,7	72	1500
Nematoda	0,37	25	400
Algas	¿?	40	400
Bacterias	0,12	10	1000
Mamíferos	0,026	4,63	5
Aves	0,005	9,75	10
Totales	13*	1750	14000

* 10,000 nuevos nombres por año según May (2004). Modificado de Seberg (2004).

de Tanzania (Davenport *et al.*, 2006) confirma que en grupos bien conocidos siguen surgiendo novedades inesperadas. En consecuencia, debería ser relativamente sencillo el obtener recursos adicionales para realizar más estudios taxonómicos. Pero no es así. La mayoría de los países latinoamericanos padecen de una progresiva reducción del subsidio gubernamental para la ciencia en general, y la situación ha sido más severa aun para la taxonomía. La ecología, por su parte, tiene una agenda pendiente (May, 1999) que incluye varias cuestiones irresueltas o poco comprendidas. La perspectiva de la ecología de comunidades también debe reforzarse (Gotelli, 2004). Las principales necesidades en ambas se ligan estrechamente con necesidades taxonómicas y dependen de claves de identificación, nomenclatura vigente, registros de presencia de especies y filogenias resueltas. Por ello, Gotelli (2004) concluyó que lo más conveniente para los ecólogos era tener una buena colaboración con taxónomos, algo en lo que estamos de acuerdo.

Problemas

A pesar de que hay muchos taxónomos practicantes, la situación real de la taxonomía no es halagüeña (Raven, 2004) porque 1) el número de especies planetarias es mucho mayor de lo que se ha estimado y el número de las conocidas ($1,6 \times 10^6$) palidece ante las estimaciones de $2-10 \times 10^6$ (o hasta 100×10^6 , ver abajo) además, solo hay conocimiento adicional sobre la biología o ecología de apenas un 5% de las especies; 2) el entrenamiento universitario en taxonomía ha menguado en aras del correspondiente a la biología molecular, de modo que no parece haber lugar para entrenar los muchos taxónomos faltantes; 3) es dispar la relación entre la distribución geográfica de científicos y taxónomos y la biodiversidad, y el número de taxónomos tiene una tendencia a decrecer desde 1950 (Hopkins y Freckleton, 2002); y 4) la expansión poblacional y el incremento en el uso de los

recursos implican una sociedad insostenible, situación agravada por el cambio climático y la dinámica de las especies exóticas.

A nivel mundial, el detrioro de la profesión lleva más de 60 años en Inglaterra y en EEUU (Wheeler, 2004). Si se considera que dichos países disponen de mejor organización y capital, no se esperaría que la situación en otros países fuera contraria a dicha tendencia. Por desgracia, no hay informes específicos, o no están disponibles, sobre la situación particular de cada país de Latinoamérica, pero aquello que ha ocurrido en México podría generalizarse, dado que ha estado normado por la dinámica de la deuda externa; es decir, la reducción progresiva de la burocracia estatal, que incluye universidades y centros de investigación, ha orillado al cierre o a una existencia menguante para varios de ellos. Además, las plazas académicas se cancelan o "congelan" cuando un académico se jubila y las colecciones, de ser mantenidas, pasan a segundo término en todos los sentidos. En adición, los afanes por modernizar la educación han ocasionado la reducción del número de cursos tradicionales de zoología y botánica en los programas de las tres principales escuelas de biología, pasando de cinco y seis, respectivamente, a apenas dos.

Imagen pública

La percepción de lentitud y anacronismo ligados a la disciplina obedece a razones sociológicas y políticas, no científicas (Wheeler, 2004). La taxonomía es una ciencia fundamental y la taxonomía descriptiva no debe ser solo una agencia de servicios para las otras disci-

plinas biológicas (de Carvalho *et al.*, 2005). La supuesta lentitud emana de que a pesar de más de 250 años de esfuerzo colectivo, apenas se han podido nombrar y describir $1,5 \times 10^6$ especies (Tabla II). ¿Cuánto tiempo falta? Si consideramos, de manera conservadora, 5×10^6 especies, o 14×10^6 (Seberg, 2004) o 3 a >100 (Wilson, 2004) y se describen unas 15000 especies por año, al descontar las ya descritas y mantener constante el número de taxónomos, faltarían 233 años para terminar la tarea. Esto no es un problema llano de lentitud, sino de complejidad. La tarea es de tal magnitud que se debe hacer todo lo posible por duplicar el número de taxónomos profesionales para acortar el tiempo estimado para completar la tarea. Por ello, sorprende una estimación muy optimista (Wilson, 2004, 2005) que fija en unos 25 años la terminación de la tarea, con base en unos 6000 taxónomos y una estimación de $3-100 \times 10^6$ especies.

En cuanto a la biota béntica marina de los mares de Latinoamérica, no hay una estimación actualizada pero puede usarse la de Winston (1992) para indicar la disparidad en el conocimiento de los grupos y en distintas regiones (Tabla III). Por supuesto, una buena parte del tiempo del taxónomo se consume en revisar problemas de nomenclatura (hasta 20% del tiempo para una revisión). Muchos nombres han sido considerados como sinónimos menores y quizá no lo sean, por lo que debe revisarse los argumentos y, de no ser sólidos, el nombre podría re-establecerse. Si el organismo en cuestión necesita de un nombre nuevo, también debe hacerse este análisis para evitar problemas futuros. Esta es una tarea que

TABLA III
ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE ESPECIES
BÉNTICAS MARINAS CONOCIDAS POR REGIONES

Grupo*	Región			
	Caribe	Pacífico Oriental	Atlántico Occidental	Antártida
Algas	95	70	70	80
Esponjas	85	80	70	75
Corales pétreos	100	95	95	95
Octocorales	90	80	70	75
Hidroideos	95	90	80	90
Anémonas	80	70	85	95
Nemertinos	70	60	50	50
Briozoos	80	85	70	80
Ascidias	70	70	85	95
Poliquetos	70	70	85	85
Opistobranquios	85	75	80	70
Ofiuroideos	90	75	80	80
Equinoideos y Holoturoideos	90	90	85	85

* El porcentaje estimado será menor para los grupos con especies de tamaño reducido y para los de ambientes profundos. Muy modificado de Winston (1992) quien consideró un total de $1,5 \times 10^6$ especies, con base en la experiencia de los autores en el Caribe y Pacífico Oriental tropical.

no puede obviarse en cualquier descripción individual y que se hace imprescindible en las revisiones mayores; en realidad, las revisiones requieren mucho más tiempo, son la pieza culminante del quehacer taxonómico y no pueden soslayarse ni deberían dejarse de subsidiar por su gran relevancia (Wheeler, 2004). No obstante, hasta 2004 se han estado haciendo unas 90 revisiones por año durante las últimas dos décadas, a pesar de que el número de publicaciones totales sigue creciendo (Seberg, 2004).

Factor de Impacto (FI)

Otra crítica hacia la taxonomía es que es anacrónica porque los resultados no están disponibles en Internet. En términos prácticos, ésta es una meta deseada, pero los resultados de las investigaciones aparecen en revistas cuyo acceso raramente es gratuito o, si llegase a serlo, tendría un atraso de por lo menos seis meses. Hay varias opciones para hacer los resultados más expeditos y accesibles a los usuarios potenciales, pero como la producción científica de los taxónomos se mide en los estándares generales, deben pasar por arbitraje y aparecer en revistas de calidad o con factor de impacto (Agosti, 2003). Entre los avances principales para grupos marinos en estas líneas se puede destacar las revistas *Zoosystema* (disponible en línea: www.mnhn.fr/publication/zoosyst/zoosyst.html), *Zootaxa*, que publica en papel para fines del código pero enfatiza la publicación en línea (www.mapress.com/zootaxa/index.html), así como el portal de equinoideos (www.nhm.ac.uk/paleontology/echinoids/) y el monumental portal sobre peces (www.fishbase.org/home.htm), que también incluye otros tipos de información.

En esta revista se ha criticado el uso del factor de impacto (FI) para la evaluación curricular (Salazar-Vallejo y Carrera-Parra, 1998). Lamentablemente, su uso como herramienta se ha generalizado, por lo que se deben resaltar las conclusiones adicionales de Amin y Mabe (2000), para que se use con cautela y ponderado, o para que no se use del todo (Frank, 2003). Por los FI de las revistas correspondientes, los trabajos taxonómicos parecen ser de menor relevancia al tener valores bajos (Boero, 2001) y a eso se agrega una escasa cantidad de citas, incluso si se publican en revistas con cierto nivel de impacto.

La mayoría de las revistas prestigiosas en ecología no exigen que los autores establezcan colecciones de referencias o depositen materiales para ello en cada publicación y, peor aún, no exigen que los autores indiquen cómo se realizaron las determinaciones taxonómicas. Aquí reside la gran responsabilidad histórica en relación con la estructura de las comunidades naturales y se percibe una gran variedad de me-

canismos entre los ecólogos que trabajan en colaboración con los taxónomos y aquellos ecólogos que descansan en la información de Internet para sus identificaciones. Una serie de recomendaciones para mejorar esta situación coinciden en modificar la política editorial de las revistas para obligar la inclusión de referencias taxonómicas utilizadas en la identificación y para depositar materiales de referencia (Werner, 2006; Agnarsson y Kuntner, 2007; Por, 2007; Salazar-Vallejo *et al.*, 2007; Bortolus, 2008).

Suficiencia taxonómica

Los estudios ecológicos raramente son integrales. La razón es que hay muchos problemas para identificar las especies de todos los grupos; en el caso de la biota béntica marina, nematodos y harpacticoides en la meiofauna o poliquetos, y anfípodos en la macrofauna. Estas complicaciones podrían ser salvadas con la identificación de los organismos a niveles taxonómicos superiores, lo que se conoce como suficiencia taxonómica. La perspectiva ha sido seguida por muchos investigadores porque parece haber una relación entre niveles de impacto ambiental y efectos a distintos niveles taxonómicos (Bouchard *et al.*, 2005; Włodarska-Kowalczyk y Kdra, 2007). Sin embargo, la mayoría de las evaluaciones de sensibilidad y utilidad de dicho enfoque se han hecho en ambientes templados, con pocos estudios en ambientes tropicales. Este enfoque representa un problema para el desarrollo de la taxonomía porque implica que no es necesario el esfuerzo de identificación (Salazar-Vallejo, 1991; Maurer, 2000; Giangrande, 2003). No obstante, algunos estudios serios lo respaldan para evaluaciones ecológicas con moluscos (Roy *et al.*, 1996), reclutas en placas experimentales (Roach *et al.*, 2001), o infauna del Caribe (Guzmán-Alvis y Carrasco, 2005). En algunos ambientes no se ha confirmado su utilidad; tal es el caso de la criptofauna (Campos-Vázquez *et al.*, 1999), bentos del mar profundo (Narayanaswamy *et al.*, 2003), o en estudios de depredación (Quijon y Snelgrove, 2006).

Códigos de nomenclatura

La estructura legal de los códigos de nomenclatura también ha sido criticada, aunque como un basamento legal, no debería sorprender el lenguaje formal. Las críticas hacia la nomenclatura lineana de los códigos tradicionales ha motivado la propuesta de un código alternativo o filogenético, el PhyloCode y otras iniciativas internacionales (Greuter, 2004). Harris (2005) mostró que la propuesta de abandonar el sistema lineano y reemplazar-

lo por el Phylo Code brindaría un escenario negativo. Al aceptarse que el método vigente no es adecuado, podrían reducirse los fondos para la taxonomía tradicional en aras de una "más moderna", aunque todavía no aceptada por la generalidad de los taxónomos practicantes. El PhyloCode también implica que posiblemente todos los nombres usados hasta ahora, en el sistema binominal (o tetranominal si se agregan autor y año de publicación), tendrían que cambiarse. Keller *et al.* (2003) y Rieppel (2006) realizaron una profunda y detallada crítica sobre los preceptos y métodos filológicos del PhyloCode y concluyeron que sus propuestas y definiciones no tienen bases lógicas.

Fondos disponibles

Si los fondos son limitados, los estudios tradicionales podrían ser desplazados por estudios modernos. Así, la modernidad asociada con los análisis computarizados, como los análisis filogenéticos, son un problema para el financiamiento de los estudios taxonómicos de revisión, y ya los han desplazado en las agencias de los Estados Unidos (Wheeler, 2004). Además, ha surgido otro método sumamente atractivo y poderoso, el DNA *barcoding* (DNA BC). Implica hacer un código de barras para el DNA mitocondrial basado en el gen COI (subunidad I de la citocromo-oxidasa), y usarlo para la identificación de organismos de especies descritas o no descritas (Blaxter, 2004; Ebach y Holdrege, 2005; Savolainen *et al.*, 2005). Se anuncia que el potencial de la técnica es tal que no requiere de personal muy capacitado, que permitirá la identificación de fragmentos de organismos y de especies no descritas, y que dado que los taxónomos tradicionales han sido tan lentos para caracterizar la biodiversidad del planeta, urge una herramienta poderosa que acelere el conocimiento por la gran tasa de pérdida de la naturalidad. En las pocas evaluaciones comparativas, el DNA BC funciona tan bien como estudiado esté el grupo en cuestión (Meyer y Paulay, 2005; Brower, 2006). Como ocurrió con el proyecto del genoma humano, se genera mucha información pero eso no implica conocimiento; por ende, la nueva información será relevante en el contexto del conocimiento previo sobre la morfología, la ecología, la fisiología y el comportamiento. Así, la amenaza que surge de esta iniciativa también es doble (Seberg, 2004; Wheeler, 2004). Por un lado, representa un método novedoso y seductor para las instancias financieras, con lo que se reducirán los recursos para la taxonomía tradicional. Por el otro, habrá especies solo distinguibles con herramientas moleculares, con lo que se agravarán las dificultades para distinguir las morfológicamente y para com-

prender sus propiedades funcionales, dando la impresión que los taxónomos tradicionales no podemos hacer el trabajo. Por eso, se debería pedir más taxónomos, no más codificadores (Dunn, 2003; Lipscomb *et al.*, 2003; Ebach y Holdrege, 2005). No obstante, es deseable hallar un punto medio en el que la taxonomía tradicional y el DNA BC se desarrollen de manera conjunta. Una forma de conseguirlo es requerir que los nuevos proyectos incluyan ambas metodologías, especialmente luego de algunos refinamientos de los métodos y una ampliación de los genes utilizados (de Salle *et al.*, 2005; Bhadury *et al.*, 2006; Smith, 2006).

Introducción de especies

Desde hace más de 500 años, el continente americano ha estado intercambiando especies por intervención humana. En ambientes marinos estos aspectos empezaron a estudiarse en los últimos 60 años, pero se reconoce que las especies exóticas son una de las mayores amenazas a la pérdida de la biodiversidad global. El principal vector de dichas introducciones son las embarcaciones. Se calcula que entre regiones y países se mueven unos 3-5×10⁹ton de agua de lastre por año y se estima que esto ocasiona que unas 7000 especies sean acarreadas por día (<http://globallast.imo.org>). Los ecólogos que estudian los efectos de la introducción de especies están más estrechamente ligados a los taxónomos. Cuando una nueva especie arriba a un nuevo lugar, su detección temprana es la única vía para su posible erradicación; sin embargo, detectarla a tiempo implica un trabajo de identificación rápido y certero por parte del taxónomo, el cual ya tiene más que suficiente trabajo estudiando la biodiversidad nativa, que en muchas de las áreas costeras del continente es casi desconocida (p.e. Atlántico Sudoccidental). Por lo tanto, es preocupante que no se tenga la masa crítica suficiente de taxónomos ni cuenten con las condiciones necesarias para actuar a la velocidad que se requiere con la problemática global de las especies exóticas. Estas situaciones, en el contexto de las problemáticas discutidas en el trabajo, refuerzan enfáticamente la necesidad de formar académicamente nuevos taxónomos.

Experiencias

Programas nacionales

Brasil cuenta con un gran número de taxónomos, en parte por una iniciativa nacional que impulsó la sistemática y la filogenia en la década de 1980, y por la otra, porque se ha mantenido el financiamiento y las oportunidades para entrenarse y hacer investigación (de Carvalho *et al.*, 2005). No obstante, hay una serie de problemas más o menos generalizados en el desarrollo de las colecciones (Marques y Lamas, 2005; Marinoni *et al.*, 2006). En una síntesis que podría repetirse en Latinoamérica, indicaron que las deficiencias se concentran en cuestiones de infraestructura, de capacitación de sus recursos humanos y de información científica.

En la propuesta para un programa nacional para México (Salazar-Vallejo y González, 1993; Salazar-Vallejo *et al.*, 2007) se enfatizó la necesidad de financiamientos gubernamentales para modificar la situación. Se recomendaron acciones para la formación de recursos humanos concentrados en los invertebrados, dado su limitado conocimiento, otras para impulsar el crecimiento de las colecciones regionales, así como en el entrenamiento en sistemática y biogeografía. Aunque la propuesta más reciente está siendo evaluada en cuanto al fortalecimiento de colecciones y entrenamiento, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad ha tenido un papel relevante (Conabio, 2005). En cuanto a la divulgación, se consideró el impulso a las revistas especializadas, pero los avances fueron modestos. Ahora, quizá se debería optar por publicaciones en línea o en formato digital, de modo que se reduzcan los costos y se incremente la accesibilidad de los resultados.

El principal impulso de Conabio ha sido en la bioinformática. Cada subsidio que entregan compromete una base de datos con un cierto matiz, que puede ir

desde la captura simple de información de otros museos (repatriación), hasta la computarización de las colecciones disponibles. No obstante, dichas iniciativas han tenido poco impacto en la realización de revisiones formales de grupos taxonómicos, ya que la generación de las bases de datos consume mucho tiempo y buena parte de los materiales catalogados no han sido incluidos en revisiones mayores, por lo que la calidad de la información merece atención. Esto no sería exclusivo de las colecciones mexicanas, sino que es un problema generalizado (Wheeler, 2004). Entonces, las metas de todo programa nacional deberían incluir la realización de revisiones (Quicke, 2004).

Dado que hay una guía para la implementación de la ITG (SBSTTA, 2003), sorprende que no haya una iniciativa bien establecida en los países del continente, a pesar de haberse ratificado los acuerdos internacionales respectivos. La situación es compleja en todos los países (Taylor, 2004) y no contamos con una explicación sencilla; así, quizá la representación de cada país recaiga en un especialista del tema, pero que al volver a su país no consiga garantizar los fondos para cubrir los muchos compromisos suscritos. También podría ser que las representaciones nacionales recaigan en personas poco interesadas en gestionar los recursos para cubrir los compromisos, o con poca capacidad de convencimiento de las otras autoridades necesarias para impulsar iniciativas de gran aliento. Para promover la organización de los taxónomos en cada nación y finalmente propulsar la implementación de la ITG en Latinoamérica, es deseable considerar algunos aspectos fundamentales que se incluyen a continuación. Algunos han sido informalmente presentados en México (Bastida-Zavala *et al.*, 2000; Salazar-Vallejo, 2001; Salazar-Vallejo *et al.*, 2007) y vale la pena insistir en ello. Una de las acciones prioritarias es la organización en cada país para establecer su propia iniciativa taxonómica y para ello

TABLA IV
PORTALES RELEVANTES

Acuordo Sanitario y Fitosanitario de la OMC	www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/sps_e.htm
All Species Foundation	www.all-species.org/index.html
Archivos de Taxacom	http://mailman.nhm.ku.edu/pipermail/taxacom/
Census of Marine Life	www.coml.org/
E.O. Wilson Biodiversity Foundation	www.eowilson.org/cms/
Global Biodiversity Information Facility	www.gbif.org/
Iniciativa Taxonomía Global (ITG)	www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/taxonomy/default.asp
Guía para Implementar la ITG	www.biodiv.org/doc/meetings/sbstta-09/information/sbstta-09-inf-30-en.pdf
Programa de Trabajo de la ITG	www.biodiv.org/decisions
Parataxónomos	http://janzen.sas.upenn.edu ; http://www.entu.cas.cz/png/index.html ; http://viceroj.eeb.uconn.edu/alas/alas.html
Species2000	www.sp2000.org/

hay abundante información disponible (Tabla IV).

Parataxónomos

La obtención de materiales de nuevas especies es una limitante seria. La recolección de organismos es un problema generalizado cuando la actividad científica se concentra en las zonas urbanas (May, 2004). Por ello, a fines de los 80, con la fundación del INBio en Costa Rica, se consideró que la mejor forma de potenciar la obtención de materiales biológicos era el entrenamiento básico y contratación de pobladores de las áreas protegidas o sus inmediaciones. Además, por su residencia e historia familiar, tendrían buena idea sobre la historia natural, adecuación a la región y tiempo para obtener información vasta y de buena calidad. Así, surgió el parataxónomo como extensión de los paramédicos, y luego de algunos entrenamientos básicos y de computación han tenido un enorme impacto en los inventarios biológicos (Janzen, 2004). Por ello se han establecido programas de parataxónomos en Papua Nueva Guinea, en varios países de África como Gabón, Kenia y Tanzania (Basset *et al.*, 2004) y en EEUU (Goldstein, 2004). Las áreas naturales protegidas deberían contar con parataxónomos que participen en las fases de inventario inicial, en las de monitoreo posterior y en todas las inherentes a la bioconservación (Basset *et al.*, 2004). Su permanencia debería depender de fondos de los gobiernos locales, los que deben reconocer su responsabilidad en la salvaguarda de los recursos naturales de cada región (Toledo, 1998). Una vez que los gobiernos comprendan esta situación, debe insistirse en que este tipo de acciones tengan alta prioridad y se asignen recursos suficientes para su permanencia.

Retos

Los cambios necesarios solo podrán alcanzarse con esfuerzos conjuntos. Los taxónomos y los responsables de las colecciones de historia natural deben mejorar su visión, evaluar críticamente sus necesidades, considerar las poderosas herramientas informáticas (Soberón y Peterson, 2004) y de biología molecular disponibles, y ser más unidos y agresivos para proponer y perseguir sus metas (Scoble, 2004; Wheeler, 2004; Wheeler *et al.*, 2004). En relación al reto organizacional, se deberían organizar iniciativas nacionales e internacionales para fortalecer las actividades en taxonomía y así salir de la situación actual. Los lapsos pueden variar de acuerdo con las limitaciones políticas

gubernamentales, o hacerse al margen de las mismas, pero debe haber metas claras de mediano y de largo plazo, y mecanismos para reorientarlas si no fueran todo lo eficiente que se esperaba. En cuanto a las herramientas informáticas, hay varias disponibles (Gaston y O'Neill, 2004); se emplean métodos estadísticos y otros con redes neuronales artificiales y los resultados son alentadores. Se puede destacar, entre las áreas de acción cibernética que apunten a una taxonomía unitaria deseable, la realización de: a) una plataforma de investigación y educación, b) monografías virtuales, c) un MorfoBank equivalente al GenBank con las imágenes de los materiales tipo, d) descripciones originales en línea, y e) herramientas para reconocimiento de imágenes para la identificación de especies. Varias de estas ideas se han puesto en marcha recientemente (www.eol.org).

Ruta Crítica

La ruta crítica propuesta es una síntesis modificada de varias ya discutidas (Page *et al.*, 2004; AMSA, 2005; Marques y Lamas, 2005; Marinoni *et al.*, 2006). El punto medular es establecer un marco legal y de coordinación para el programa nacional en taxonomía, que debería considerar varios aspectos básicos. Además, serán indispensables las nuevas plazas para los especialistas producidos y eso ha sido un aspecto insatisfecho incluso en EEUU, donde la iniciativa de la Alianza para Potenciar las Habilidades Taxonómicas (PEET, por sus siglas en inglés), que ha sido exitosa en muchos aspectos, no lo ha sido en términos laborales. Así, de 80 doctorantes o posdoctorantes de la primera promoción en 1995, solo 36 han conseguido empleo permanente (GrantDoctor, 2004).

Aspectos generales

- 1- Incrementar el financiamiento disponible y darle prioridad al tema. Los gobiernos nacionales deben financiar el desarrollo de su iniciativa taxonómica, ya que es la única manera de garantizar los recursos para la salvaguarda y crecimiento de las colecciones y para el desarrollo de los recursos humanos necesarios.
- 2- Considerar que las colecciones son bienes nacionales y garantizar su salvaguarda y desarrollo, de modo que su espacio y personal no sufran menguas y puedan ser incrementados.
- 3- Participar en la realización de programas educativos para televisión en los que se difunda la riqueza biológica de cada país y la importancia de impulsar la cien-

cia en general y la taxonomía en particular.

4- Promover la realización de claves y guías de identificación, así como estudios regionales (faunísticos), revisiones planetarias (monografías) y libros especializados.

5- Incentivar modificaciones editoriales en las revistas científicas sobre temas ecológicos de modo que se usen los nombres completos, se citen los trabajos usados para la identificación de las especies halladas, y se depositen materiales de referencia en las colecciones regionales.

Aspectos de personal

6- Desarrollar una estrategia para compensar el envejecimiento de la comunidad de taxónomos mediante a) contratación de graduados y respaldo para participar en programas internacionales; b) ofrecer becas doctorales para taxonomía; c) para los reemplazos, garantizar que los taxónomos a contratar compartan la responsabilidad por lo menos durante tres años antes de la jubilación del taxónomo veterano; d) retener a los taxónomos veteranos, luego de su jubilación, mediante nombramientos honorarios y garantizarles condiciones adecuadas para su labor.

Entrenamiento

7- Fortalecer el entrenamiento en licenciatura y posgrado con cursos sobre taxonomía y garantizar fondos específicos para realizar estancias de investigación.

8- Financiar proyectos de investigación y de entrenamiento en herramientas moleculares para usarse en taxonomía.

Normas ambientales

9- Obligar a que en la realización de obras públicas costeras, se contrate a taxónomos y que se garanticen materiales y fondos para incrementar las colecciones con dichos estudios.

10- Incentivar desde el gobierno a que las agencias brinden recursos para el entrenamiento taxonómico para fines de monitoreo costero, incluyendo el referente a especies invasoras y a que se mantenga un programa de control de calidad en las determinaciones.

11- Promover que estas recomendaciones sean atendidas por las dependencias o instancias que no contratan taxónomos, para fortalecer la comprensión taxonómica para fines de manejo o conservación costeros.

12- Asegurar que en todo proyecto ambiental haya fondos suficientes para ga-

rantizar el proceso e inclusión de los materiales recolectados en las colecciones destino.

Conclusiones

Ante el gran reto de recolectar, mantener en colecciones y describir la biodiversidad planetaria, es menester emprender acciones de gran escala con fondos generosos y programas de largo plazo de investigación en taxonomía y formación de nuevos taxónomos. Estas iniciativas deberán ser impulsadas por los interesados en la bioconservación y ser gestionadas y aprobadas por los gobiernos nacionales, de modo de convertirse en programas nacionales de larga duración. El énfasis debe hacerse en las regiones megadiversas, entre las que se cuenta Latinoamérica. La tarea es muy compleja y puede parecer abrumadora. No obstante, deben ser incrementados los esfuerzos por promover el interés de otros científicos y de administradores de los fondos de investigación a fin de transformar la situación actual.

REFERENCIAS

- Agnarsson I, Kuntner M (2007) Taxonomy in a changing world: Searching solutions for a science in crisis. *Syst. Biol.* 56: 531-539.
- Agosti D (2003) Encyclopedia of life: should species descriptions equal gene sequence? *TREE* 18: 273.
- Almanaque Mundial* (2008). Televisa. México. 715 pp.
- Amin M, Mabe M (2000) Impact factors: use and abuse. *Persp. Publ. 1*: 1-6 Reproducido en *Medicina* (Buenos Aires) 2003 63: 347-354.
- AMSA (2005) Marine Taxonomy in the New Millennium. *Bull. AMSA* 169: 22-27.
- Basset Y, Novotny V, Miller SE, Weiblen GD, Missa O, Stewart AJA (2004) Conservation and biological monitoring of tropical forests: the role of parataxonomists. *J. Appl. Ecol.* 41: 163-174.
- Bastida Zavala JR, Carrera Parra LF, Salazar-Vallejo SI (2000) Paradojas de la taxonomía. En *Lunes en la Ciencia, La Jornada* (28/02/2000). UNAM. México. (www.jornada.unam.mx/2000/02/28/cien-paradojas.html)
- Bhadury P, Austen MC, Milton DT, Lambshead PJD, Rogers AD, Smerdon GR (2006) Development and evaluation of a DNA barcoding approach for the rapid identification of nematods. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 320: 1-9.
- Blaxter ML (2004) The promise of a DNA taxonomy. *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 669-679.
- Boero F (2001) Light after dark: the partnership for enhancing expertise in taxonomy. *TREE* 16: 266.
- Bortolus A (2008) Error cascades in the biological sciences: The unwanted consequences of using bad Taxonomy in Ecology. *Ambio* 37: 114-118.
- Bouchard RW, Huggins D, Kriz J (2005) *A review of the issues related to taxonomic resolution in biological monitoring of aquatic ecosystems with emphasis on macroinvertebrates*. Kansas Biological Survey Technical Report 133. Lawrence, KS, EEUU. 38 pp.
- Brower A (2006) Problems with DNA for species delimitations: ten species of *Astraptes fulgerator* reassessed (Lepidoptera: Hesperidae). *Syst. Biodiv.* 4: 127-132.
- Campos-Vázquez C, Carrera-Parra LF, González NE, Salazar-Vallejo SI (1999) Cripto fauna en rocas de Punta Nizuc, Caribe mexicano y su utilidad como biomonitor potencial. *Rev. Biol. Trop.* 47: 799-808.
- Conabio (2005) *Conabio 1992-2004*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 53 pp.
- Conference of the Parties (2006) *Global Taxonomy Initiative: In-depth review of the implementation of the programme of work for the Global Taxonomy Initiative*. (www.biodiv.org/decisions/default.aspx?m=COP-08&id=11015&lg=0).
- Davenport TRB, Stanley WT, Sargis EJ, de Luca DW, Mpunga NE, Machaga SJ, Olson LE (2006) *ScienceExpress* (11/05/2006). 8 pp.
- De Carvalho MR, Bockmann FA, Amorim DS, de Vivo M, de Toledo-Piza M, Menezes NA, de Figueiredo JL, Castro RMC, Gill AC, McEachran JD, Compagno LJV, Schelly RC, Britz R, Lundberg JG, Vari RP, Nelson G (2005) Revisiting the taxonomic impediment. *Science* 307: 353.
- De Salle R, Egan MG, Siddall M (2005) The unholy trinity: taxonomy, species delimitation and DNA barcoding. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360: 1905-1916.
- Dunn CD (2003) Keeping taxonomy based on morphology. *TREE* 18: 270-271.
- Ebach MC, Holdrege C (2005) More taxonomy, not DNA barcoding. *BioScience* 55: 822-823.
- Environment Australia (1998) *Global Taxonomy Initiative. The Darwin Declaration*. Australian Biological Resources Study. Canberra, Australia. (www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/taxonomy/darwin-declaration.asp)
- Frank M (2003) Impact factors: arbiter of excellence? *J. Med. Libr. Assoc.* 91: 4-6.
- Gaston KJ, O'Neill MA (2004) Automated species identification: why not? *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 655-667.
- Giangrande A (2003) Biodiversity, conservation, and the 'Taxonomic impediment'. *Aquat. Cons. Mar. Freshw. Ecosyst.* 13: 451-459.
- Goldstein PZ (2004) Systematic collection in North American invertebrate conservation and monitoring programmes. *J. Appl. Ecol.* 41: 175-180.
- Gotelli NJ (2004) A taxonomic wish-list for community ecology. *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 585-597.
- GrantDoctor (2004) Taxonomy of a training program. *ScienceCareers* (10/09/2004) (http://sciencecareers.sciencemag.org/career_development/previous_issues/articles/3220/the_grantdoctor_taxonomy_of_a_training_program).
- Greuter W (2004) Recent developments in International Biological Nomenclature. *Turk. J. Bot.* 28: 17-26.
- Guzmán-Alvis AI, Carrasco F (2005) Taxonomic aggregation and redundancy in a tropical macroinfaunal assemblage of the southern Caribbean in the detection of temporal patterns. *Sci. Mar.* 69: 133-141.
- Haas F, Häuser CL (2006) How many taxonomists are there? (www.gti-kontaktstelle.de/taxonomy_E.html)
- Harris R (2005) Attacks on taxonomy: A contentious biological classification system may make cataloging biodiversity tricky. *Am. Scient.* 93: 311-312.
- Hopkins GW, Freckleton RP (2002) Declines in the numbers of amateur and professional taxonomists: implications for conservation. *Anim. Cons.* 5: 245-249.
- Janzen DH (2004) Setting up tropical biodiversity for conservation through non-damaging use: participation by parataxonomists. *J. Appl. Ecol.* 41: 181-187.
- Keller RA, Boyd RN, Wheeler QD (2003) The illogical basis of phylogenetic nomenclature. *Bot. Rev.* 69: 93-110.
- Kim KC, Byrne LB (2006) Biodiversity loss and the taxonomic bottleneck: emerging biodiversity science. *Ecol. Res.* 21: 794-810.
- King DA (2004) The scientific impact of nations. *Nature* 430: 311-316.
- Lipscomb D, Platnick N, Wheeler Q (2003) The intellectual content of taxonomy: a comment on DNA taxonomy. *TREE* 18: 65-66.
- Mace GM (2004) The role of taxonomy in species conservation. *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 711-719.
- Marinoni L, Magalhães C, Marques AC (2006) Propostas de estratégias para a consolidação das coleções zoológicas brasileiras. (www.cria.org.br/ceee/documentos/docgeralzool.doc)
- Marques AC, Lamas CJE (2005) Sistemática zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. (www.cria.org.br/ceee/junho/docs/EstadoArteZoologia.pdf)
- Maurer D (2000) The dark side of taxonomic sufficiency (TS). *Mar. Poll. Bull.* 40: 98-101.
- May RM (1999) Unanswered questions in ecology. *Phil. Trans. R. Soc. B* 354: 1951-1959.
- May RM (2004) Tomorrow's taxonomy: collecting new species in the field will remain the rate-limiting step. *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 733-734.
- Meyer CP, Paulay G (2005) DNA Barcoding: error rates based on comprehensive sampling. *PLoS Biology* 3: e422.
- Narayanaswamy BE, Nickell TD, Gage JD (2003) Appropriate levels of taxonomic discrimination in deep-sea studies: species vs family. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 257: 59-68.
- Page L, Funk D, Jeffords M, Lipscomb D, Mares M, Prather A (2004) Workshop to produce a decadal vision for taxonomy and natural history collections. USNSF. Gainesville, FL, EEUU. (www.malacological.org/pdfs/fltaxwkshp.pdf)
- Por FD (2007) A "taxonomic affidavit": Why is it needed. *Integr. Zool.* 2: 57-59.
- Quicke D (2004) The world of DNA barcoding and morphology – collision or synergism and what of the future? *Systematist* 23: 8-12.
- Quijon PA, Snelgrove PVR (2006) The use of coarser taxonomic resolution in studies of predation on marine sedimentary fauna. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 330: 159-168.
- Raven PH (2004) Taxonomy: Where are we now? *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 729-730.
- Rieppel O (2006) The PhyloCode: a critical discussion of its theoretical foundation. *Cladistics* 22: 186-197.
- Roach AC, Jones AR, Murray A (2001) Using benthic recruitment to assess the significance of contaminated sediments: the influence of taxonomic resolution. *Env. Poll.* 112: 131-143.
- Roy K, Jablonski D, Valentine JW (1996) Higher taxa in biodiversity studies: patterns from

- eastern Pacific marine molluscs. *Phil. Trans. R. Soc. B* 351: 1605-1613.
- Salazar-Vallejo SI (1991) *Contaminación Marina: Métodos de Evaluación Biológica*. Ciqro. Gobierno de Quintana Roo. Chetumal, México. 190 pp.
- Salazar-Vallejo SI (2001) Plan sexenal para la ciencia. En *Lunes en la Ciencia*. La Jornada (02/04/2001) UNAM, México.
- Salazar-Vallejo SI, Carrera-Parra LF (1998) Taxonomía biológica, factor de impacto y evaluación curricular para el siglo XXI. *Interciencia* 23: 1-7.
- Salazar-Vallejo SI, González NE (1993) Panorama y fundamentos para un programa nacional. En Salazar-Vallejo SI, González NE (Eds.) *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Conabio/Ciqro. México. pp. 6-38.
- Salazar-Vallejo SI, Escobar-Briones E, González NE, Suárez-Morales E, Álvarez F, de León-González JA, Hendrickx ME (2007) Iniciativa mexicana en taxonomía: biota marina y costera. *Ciencia Mar* 11: 69-77.
- Samper C (2004) Taxonomy and environmental policy. *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 721-728.
- Savolainen V, Cowan RS, Vogler AP, Roderick GK, Lane R (2005) Towards writing the encyclopaedia of life: an introduction to DNA barcoding. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360: 1805-1811.
- SBSTTA (2003) *Draft Guide to the Global Taxonomy Initiative*. Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice. UNEP/CBD/SBSTTA 91. 93 pp.
- Scoble MJ (2004) Unitary or unified taxonomy? *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 699-710.
- Seberg O (2004) The future of Systematics: assembling the tree of life. *Systematist* 23: 2-8.
- Smith VS (2006) Twenty-first century taxonomy: perspectives on taxonomy's industrial age. (<http://Darwin.zoology.gla.ac.uk/~vsmith/>)
- Soberón J, Peterson AT (2004) Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 689-698.
- Tarazona J, Gutiérrez D, Paredes C, Indacochea A (2003) Overview and challenges of marine biodiversity research in Peru. *Gayana* 67: 206-231.
- Taylor A (2004) Taxonomy in support of biodiversity conservation – negotiating the acronym jungle. *Syst. Biodiv.* 2: 111-112.
- Toledo A (1998) *Economía de la Biodiversidad*. PNUMA. México. 273 pp.
- Watson RT (2005) Turning science into policy: challenges and experiences from the science-policy interface. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360: 471-477.
- Werner YL (2006) The case of impact factors versus Taxonomy: A proposal. *J. Nat. Hist.* 40: 1285-1286.
- Wheeler QD (2004) Taxonomic triage and the poverty of phylogeny. *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 571-583.
- Wheeler QD, Raven PH, Wilson EO (2004) Taxonomy: Impediment or Expedient? *Science* 303: 285.
- Wilson EO (2004) Taxonomy as a fundamental discipline. *Phil. Trans. R. Soc. B* 359: 739.
- Wilson EO (2005) Systematics and the future of biology. *PNAS* 102 (Suppl. 1): 6520-6521.
- Winston JE (1992) Systematics and marine conservation. En Eldredge N (Ed.) *Systematics, Ecology, and the Biodiversity Crisis*. Columbia University Press. New York, EEUU. pp 144-168.
- Włodarska-Kowalczyk M, Kdra M (2007) Surrogacy in natural pattern of benthic distribution and diversity: Selected taxa versus lower taxonomic resolution. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 351: 53-63.

MARINE INVERTEBRATE TAXONOMY: NEEDS IN LATIN AMERICA

Sergio I. Salazar Vallejo, Norma Emilia González and Evangelina Schwindt

SUMMARY

Taxonomy is a fundamental discipline of biology and it is indispensable for the identification of species, either indicator ones or exotic, and for monitoring activities. To achieve its potential, this discipline requires the establishment of natural history collections and herbaria that document local and regional biodiversity. Because of the high levels of global biodiversity, taxonomy deserves the same attention as the climate change programs. Several international meetings, since the Convention on Biological Diversity in 1992, have pointed out the need to increase government support for taxonomy. One of the main conclusions was to establish a Global Taxonomy Initiative (GTI) in 1998. Governments failed to establish national programs for taxonomy; thus in 2006 the Con-

ference of the Parties stressed again the urgency of their implementation. This review lists the problems faced and main progress achieved by the GTI and proposes a road map for Latin America with an emphasis on marine invertebrates. It is recommended that taxonomists and collection managers team together, improve their relationships with policy makers and funding science agencies, and prepare national initiatives. These initiatives should include a step-wise hiring program in order to improve and diversify the knowledge of the marine biota. At the same time, taxonomic research should involve state of the art bioinformatics and molecular tools, and become a global science.

TAXONOMIA DE INVERTEBRADOS MARINHOS: NECESSIDADES NA AMÉRICA LATINA

Sergio I. Salazar Vallejo, Norma Emilia González e Evangelina Schwindt

RESUMO

A taxonomia é uma disciplina fundamental na biologia e é indispensável para a determinação de espécies indicadoras ou exóticas e para atividades de monitoração. Para seu desenvolvimento, se requer de coleções de história natural e herbários que documentem a biodiversidade regional. Pela grande biodiversidade do planeta, a taxonomia merece a mesma atenção que os programas de mudança climática. Os resultados de várias reuniões internacionais, desde a Convenção sobre Diversidade Biológica de 1992, destacaram a necessidade de melhorar o apoio governamental para esta disciplina. Uma das principais conclusões alcançadas foi estabelecer uma iniciativa global para a taxonomia em 1998. Os países se comprometeram a estabelecer programas

nacionais, mas como não houve avanço, a Conferência das Partes considerou urgente sua implementação em 2006. Este trabalho revisa os problemas e avanços principais, e propõe uma rota crítica para organizar programas na América Latina com ênfase nos invertebrados marinhos. Propõe-se há necessidade de que os taxônomos e responsáveis de coleções se organizem, melhorem suas relações com os tomadores de decisões e preparem uma iniciativa nacional que deve incluir um programa de contratação progressiva para manter e diversificar o conhecimento da biota marinha. Ao mesmo tempo, se enfatiza que a investigação taxonômica deve incorporar métodos e enfoques bioinformáticos e moleculares, e ser considerada como ciência planetária.