

LA SISTEMÁTICA EN COLOMBIA PARA EL SIGLO XXI

por

Enrique Forero*

Resumen

Forero, E.: La Sistemática en Colombia para el Siglo XXI. Rev. Acad. Colomb. Cienc. **23(86):** 129-137, 1999. ISSN 0370-3908.

Se presenta la propuesta de una estrategia para el estudio sistemático de la megadiversidad de Colombia en los próximos veinticinco años. Se analizan tanto el contexto global como local de la propuesta, se presentan algunas cifras que ilustran la riqueza biológica del país y se discuten el estado actual y las perspectivas futuras de la investigación en Sistemática en Colombia.

Palabras claves: Sistemática, Colombia, Biodiversidad, Estrategia, Siglo XXI.

Abstract

A proposal for the systematic study of the megadiversity of Colombia in the next twenty five years is presented. The global and the local contexts of the proposal are analyzed; figures to illustrate the biological richness of the country are presented, and the present and future of research in Systematics in Colombia are discussed.

Key words: Systematics, Colombia, Biodiversity, Strategy, 21st. Century.

Introducción

Normalmente las personas que asisten a las sesiones de la Academia constituyen grupos relativamente heterogéneos, y en la sesión de hoy no me cabe duda de que los presentes pertenecen a una variada gama de áreas de interés y de profesiones. Por esa razón haré mis comentarios en la forma mas clara posible y a veces trataré

de definir términos que pueden ser un poco extraños para algunos. Por ello doy disculpas a los conocedores del tema de la biodiversidad aquí presentes.

La primera definición es del término Sistemática que constituye la esencia de esta presentación. La Sistemática ha sido definida en diversas formas, y como el propósito de esta charla no es polemizar sobre el asunto, voy a usar una definición con la cual me siento bastante cómodo:

La **Sistemática** es la ciencia dedicada al estudio comparativo de las clases de organismos - tanto vivos como

* Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 5997, Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.

fósiles - que existen o han existido sobre la tierra. La Sistemática se encarga de descubrir, organizar e interpretar la diversidad biológica, a través de dos tareas fundamentales:

La **Taxonomía**, que es la ciencia que trata del descubrimiento, la descripción y la clasificación científica formal - que incluye la asignación de nombres científicos - de especies o grupos de especies en un sistema jerárquico que refleja el conocimiento existente sobre sus relaciones filogenéticas.

El **Análisis Filogenético**, que es el descubrimiento de las relaciones evolutivas entre especies, es decir de patrones de historia evolutiva y ancestros comunes entre especies y grupos de especies.

Según esta definición, quienes nos ocupamos de la Sistemática descubrimos e inventariamos especies, hacemos comparaciones entre especies y proponemos posibles historias filogenéticas, usamos la filogenia y las clasificaciones que se derivan de ella para integrar la biología básica y la aplicada, y proveemos datos fundamentales necesarios para el uso sostenible de la diversidad biológica.

Nuestra misión, pues, cubre varios aspectos y tiene diversos énfasis. Para descubrir la diversidad biológica hacemos colecciones e inventarios y describimos los grupos taxonómicos que descubrimos. Posteriormente establecemos las posibles relaciones filogenéticas entre esos grupos, proponemos clasificaciones jerárquicas y publicamos monografías y revisiones taxonómicas que resumen el conocimiento sobre esos grupos. Finalmente, y en épocas recientes, hemos comenzado a reunir toda esa información en bases de datos y - poco a poco - vamos integrando esas bases de datos en redes nacionales e internacionales de información.

Del conocimiento que genera nuestro trabajo se benefician la industria farmacéutica, la investigación médica aplicada, la biotecnología, la agricultura, la pesca, las industrias forestales, las entidades encargadas de la conservación de la naturaleza, el ecoturismo, las ciencias biológicas básicas, las entidades encargadas de administrar justicia, las entidades encargadas de controlar el tráfico internacional de especies, y muchos otros usuarios.

Sin embargo, **la tragedia del inventario biológico en los trópicos consiste en que la destrucción y transformación de los ambientes naturales avanza más rápido que los esfuerzos que se hacen por estudiarlos** (Prance, 1977). La deforestación y la pérdida de la diversidad biológica dependen de muchos factores asociados con los pro-

blemas económicos y sociales que soportan los países en desarrollo. El crecimiento de la población, la presión sobre los recursos naturales disponibles, la ganadería, el desarrollo industrial, la construcción de carreteras, caminos y otras obras de infraestructura, la introducción de especies foráneas e invasoras, la sobre-explotación, las concesiones madereras, la mala administración, la deficiente planeación y la falta de estudios serios de impacto ambiental, han contribuido en forma considerable a este proceso de destrucción. En la "Política Nacional de Biodiversidad" (1997), se reconocen como causas de la deforestación en Colombia las siguientes:

Expansión de la frontera agropecuaria y colonización (73%); producción maderera (12%); consumo de leña (11%); incendios forestales (2%), y cultivos ilícitos (2%).

Las consideraciones anteriores no obstan para que exista una tendencia a suponer que ya se conoce todo lo que hay que conocer sobre los organismos, y que hay suficientes sistemáticos para adelantar investigaciones básicas y aplicadas relacionadas con el conocimiento, conservación y uso sostenible de la diversidad biológica del mundo. Nada más alejado de la realidad. **El número adecuado de sistemáticos (o taxónomos) necesario para inventariar, describir, clasificar, monitorear y administrar la biodiversidad simplemente no existe y la urgencia de realizar esos trabajos no puede ser mas obvia.**

Esta presentación tiene por objeto colocar en sus contextos global y local tanto el problema como la propuesta de preparar una "Estrategia en Sistemática para el Siglo XXI".

Justificación

El estudio de la diversidad biológica de los países tropicales debe recibir la más alta prioridad. El nivel de conocimiento de los organismos debe incrementarse considerablemente si queremos hacer un uso apropiado de los recursos naturales disponibles. Desde el punto de vista científico es importante estudiar y comprender los procesos de evolución biológica, las causas de la variación y las relaciones que existen entre los grupos de organismos y entre estos y su medio ambiente. La investigación básica y la investigación aplicada deben ocupar un lugar muy importante en nuestra sociedad moderna. Una no puede existir sin la otra.

Contexto global

Los esfuerzos que se hacen para estudiar la biodiversidad en todos sus aspectos no se realizan en un vacío. Al contrario, forman parte de un movimiento global para

enfrentar los retos del tercer milenio. Existen una serie de elementos que constituyen el marco global dentro del cual deben encararse estas actividades, tanto hoy como en el futuro. Algunos de esos elementos se mencionan a continuación:

La Conferencia de Río

En junio de 1992 se congregaron en Río de Janeiro 178 países durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, también conocida como "Cumbre de la Tierra". Durante la conferencia 156 países firmaron la Convención sobre Diversidad Biológica. Se adoptaron también otros documentos tales como la Agenda 21 y la Convención Marco sobre cambios climáticos, entre otros.

La Convención sobre Diversidad Biológica

Tiene tres objetivos principales:

1. La conservación de la diversidad biológica
2. El uso sostenible de sus componentes (plantas, animales y otros organismos) y
3. La distribución equitativa y justa de los beneficios que resulten del uso de los recursos genéticos.

Las decisiones para implementar estos objetivos se toman a través de las Conferencias de las Partes y de una serie de reuniones intermedias de diversos grupos técnicos y científicos.

Systematics Agenda 2000

En 1994 apareció la publicación titulada "Systematics Agenda 2000" que se presenta como una iniciativa global para descubrir, describir y clasificar las especies del mundo. Se describe como un esfuerzo internacional para conservar la biodiversidad, buscar nuevos recursos biológicos y avanzar en nuestro conocimiento de las especies del mundo.

La idea fundamental es buscar respuestas a cuatro preguntas principales:

1. ¿Cuáles son las especies que crecen sobre la tierra?
2. ¿Cuáles son sus propiedades?
3. ¿Dónde crecen?
4. ¿Cómo están relacionadas unas con otras?

Species 2000

Los nombres de los organismos son la base para las comunicaciones sobre biodiversidad, y como tales, pro-

veen acceso a todo el conocimiento ya acumulado sobre la vida en la tierra. Sin embargo, y aunque su importancia es obvia, no existe un índice para los cerca de 1 millón 750 mil animales, plantas, hongos y microorganismos descritos hasta hoy. La falta de un índice que esté ampliamente disponible es un problema fundamental para los países que desean cumplir sus compromisos bajo la Convención sobre Diversidad Biológica (Bisby & Smith, 1996).

El objetivo a corto plazo de este proyecto denominado "Species 2000" es el de reunir a todos los individuos y organizaciones que poseen, administran o son responsables legales de bases de datos taxonómicos en una Federación a través de la cual la información que ellos guardan se pueda colocar a la disposición de una gran cantidad de persona y entidades interesadas, por medio de la red Internet y en CD-ROM.

Los objetivos a mediano y largo plazo incluyen la preparación de listas e índices de todas las especies de organismos conocidos para la ciencia, y la posterior distribución de las listas y los datos asociados a ellas a través de un servicio científico neutral.

International Organization for Plant Information

La Organización Internacional para la Información sobre las Plantas (IOPI) tiene como objetivo fundamental producir y colocar a disposición de la comunidad científica, gobiernos, instituciones y público, un inventario moderno, unificado y computarizado de las especies vegetales del mundo, de su distribución y de sus atributos. Los esfuerzos de IOPI se realizan en estrecha colaboración con *Species 2000*, y se están adelantando en dos frentes:

- a) La lista de plantas del mundo, que incluirá información básica sobre nombres, distribución geográfica, referencias bibliográficas, y algunos otros datos. Ya existe un prototipo en World Wide Web.
- b) El "Species Plantarum Project" que busca publicar una flora del mundo con información detallada sobre atributos de las plantas, distribución, sinonimia, nombres comunes, etc.

Contexto local

Ciencia y Tecnología para un Desarrollo Sostenible y Equitativo.

El documento preparado en 1995 por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnolo-

gía, COLCIENCIAS, titulado "Ciencia y Tecnología para un Desarrollo Sostenible y Equitativo. Implementación de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1994-1998" en su capítulo 10, Biodiversidad, Recursos Naturales y Hábitat, identificó como una de las áreas de investigación de importancia estratégica para el país la orientada a desarrollar y fortalecer la capacidad científica nacional para el conocimiento de los ecosistemas que albergan la biodiversidad terrestre y marina, las especies que los integran y los usos sostenibles de esa biodiversidad.

El documento señala que se requiere una estrategia que incluya, como parte fundamental, la realización de investigación orientada a caracterizar, evaluar, utilizar y conservar la riqueza genética disponible en el país.

El numeral 2 de ese documento se refiere al fortalecimiento de centros, institutos, grupos y redes especializados en temas de la diversidad biológica, e incluye la formación de recursos humanos como uno de los elementos fundamentales de este componente.

A continuación sugiere que se adelante un proceso de consulta sobre estos temas con los investigadores colombianos para que preparen diagnósticos del estado actual del conocimiento y las necesidades de investigación sobre la diversidad biológica del país, y para que se formule un Programa Nacional de Inventarios y Colecciones de Biodiversidad.

Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"

El Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" identificó cuatro grandes áreas de trabajo: Inventarios, Biología de la Conservación, Uso y Valoración, y Política y Legislación.

Política Nacional de Biodiversidad

Más recientemente, la Política Nacional de Biodiversidad incluyó como sus componentes principales el conocimiento, la conservación y la utilización de los recursos naturales del país.

Estrategia en Sistemática para el Siglo XXI

Con base en los anteriores elementos, y con el fin de iniciar el diagnóstico de la situación actual pero, principalmente, de identificar y definir las contribuciones futuras que la Sistemática - tanto vegetal como animal - puede hacer al desarrollo de la ciencia, la tecnología, la conservación y el desarrollo sostenible en Colombia, se ha venido adelantando desde febrero de 1996 un proyec-

to denominado "La Sistemática en Colombia para el Siglo XXI. Estrategia nacional para el estudio de la megadiversidad del país en los próximos 25 años".

En este proyecto han participado 153 especialistas distribuidos en seis grupos, así:

En Plantas, 47 especialistas

En Invertebrados Terrestres, 30 especialistas

En Limnología, 27 especialistas

En Tetrápodos, 20 especialistas

En Biología Marina, 16 especialistas

En Micología, 13 especialistas

El proyecto ha sido liderado por la Asociación Colombiana de Herbarios cuyo Presidente, Fernando Sarmiento, ha realizado la coordinación general y la preparación de un informe consolidado que se presentó al Instituto "Alexander von Humboldt" en diciembre de 1996. El proyecto recibió una financiación inicial del Programa de Medio Ambiente y Hábitat de COLCIENCIAS y una posterior del Instituto Humboldt para la realización de las reuniones de grupos. Los comentarios que siguen se hacen a título personal.

La diversidad biológica en Colombia

Hasta hoy, los taxónomos hemos descrito entre 1 millón 400 mil (SA2000) y 1 millón 750 mil (Species 2000) organismos en el mundo entero. Según Systematics Agenda 2000, los cálculos sobre el número de especies aún sin descubrir ni describir fluctúa entre 10 millones y más de 180 millones!

Algunos ejemplos servirán para ilustrar la riqueza biológica de nuestro país.

En el caso de las plantas vasculares, por ejemplo, el total aproximado de especies que crecen sobre la tierra puede ser calculado en 250.000. De estas, cerca de 90.000 se encuentran en América Latina. Esto quiere decir que más de la tercera parte del total para el mundo crece en solo el 15% de la superficie terrestre. México tiene más de 25.000 especies de plantas vasculares. Brasil tiene una de las floras más ricas del mundo con unas 50.000 a 55.000 especies. Colombia, Ecuador y Perú juntos pueden sumar unas 60.000 especies. Por comparación, la flora de los Estados Unidos y Canadá en conjunto apenas alcanza a las 22.000 especies. África tropical tiene unas 30.000 especies y Asia tropical y subtropical 35.000 especies (Forero, 1996).

Los cálculos que se han hecho sobre la diversidad biótica en Colombia varían considerablemente. En el caso de las plantas vasculares, se ha sugerido que puede haber hasta 50.000 especies (Schultes, 1951). Sin embargo, de acuerdo con las cifras mencionadas arriba, un número de 35.000 parece mas aproximado. **Rangel y colaboradores** (1994), después de recopilar informaciones de diversa índole, concluyen que "el grado promedio estimado de exploración botánica del territorio colombiano es de 61%", y que "el estimativo total de las especies vegetales con área de distribución en Colombia es de 45.500".

En cuanto a grandes grupos animales, los datos más recientes indican que en nuestro país se han registrado 454 especies de mamíferos, lo cual corresponde al 8,7 % del total en el mundo. Estas cifras nos colocan en el quinto lugar en el mundo, después de Brasil, México, Indonesia y Perú (**Rodríguez-M., et al., 1995; Rangel et al., en prep.**).

En aves, Colombia es considerado el país mas rico, con un total de 1752 especies, que constituyen el 18% del total para el mundo (**Rangel et al., 1994**), que ha sido calculado en 9.700 especies.

Los reptiles suman 505 especies, lo cual nos coloca en el cuarto lugar en el mundo y segundo en América después de México (717). Australia tiene 686 especies, e Indonesia 600 (**Sánchez, Castaño & Cárdenas, 1995**).

Se han registrado en el país 583 especies de anfibios, y se considera que ocupamos el primer lugar en el mundo (**Rangel et al., 1994**). De los anfibios, el grupo más conocido es el de los Anura (ranas y sapos). Los datos más recientes (**Lynch, Ruiz & Ardila, 1997**) indican que en Colombia se encuentran representadas 552 especies.

En los grupos de invertebrados, se conocen para Colombia unas 2500 especies de mariposas (Lepidoptera), de un total aproximado de 30.000 a 35.000 en el mundo, y se calcula que pueden llegar a 3000 o inclusive 3500 en el territorio nacional (**Fagua, com. pers.**).

Se tienen datos de 1089 especies de arañas (Arácnidos) sobre un total mundial de 80.000. Sin embargo, este es uno de los grupos de fauna menos estudiados en el país (**Flórez y Sánchez, 1995**).

Los himenópteros (abejas, avispas y hormigas), que pueden llegar a incluir más de 300.000 especies en el mundo, están representados en Colombia por 2000 especies, aunque se estima que el orden puede incluir en el país hasta 3500 especies, la mayoría aún por describir (**Fernández, 1995**).

Los datos presentados hasta ahora indican claramente que los niveles de conocimiento de los diversos grupos de organismos que existen en Colombia son muy desiguales. Este fenómeno se cumple en todo el mundo, e indica claramente que aún hay mucho por estudiar. Ciertamente que es necesario concentrar esfuerzos en los grupos menos conocidos para, al menos, descubrirlos y describirlos. Eso no quiere decir, sin embargo, que se abandone el estudio de los demás grupos de los cuales definitivamente hay mucho por aprender. Es fundamental evitar la duplicación de esfuerzos entre entidades asociadas de una forma u otra con el gobierno, y entre éstas y las entidades privadas que se dedican a estas actividades.

Se debe construir sobre lo que existe, sin ignorar o menospreciar el inmenso trabajo realizado hasta ahora. No hay que olvidar que en Colombia los estudios sobre biodiversidad se iniciaron hace más de 200 años. Sin embargo, ha sido durante el presente siglo que se han hecho las contribuciones más importantes a nuestro conocimiento de la rica flora y fauna del país. Esos esfuerzos no pueden pasar desapercibidos. No hay estudio sobre biodiversidad que no deba tener en cuenta la información acumulada por los científicos colombianos y por muchos colegas extranjeros que han trabajado aquí. Esa información se encuentra en colecciones científicas depositadas en diversas instituciones y en las numerosas publicaciones que se han hecho a través de todos estos años. Los datos que he incluido en esta presentación no se habrían podido recopilar de no ser por el conocimiento acumulado de nuestros científicos y por la información disponible en nuestras instituciones de investigación. Lo mismo se aplica a los datos de nivel global. Esa información ha sido producida por sistemáticos! Sin ella no se podría hablar de una Convención sobre Diversidad Biológica, ni de una Política Nacional de Biodiversidad, ni se podrían tomar decisiones sobre conservación y uso sostenible de los recursos naturales del mundo. No habría, en otras palabras, forma de comunicarnos sobre la diversidad biológica del orbe.

Estrategia para estudios sistemáticos hacia el Siglo XXI

Los sistemáticos colombianos que se han reunido para diseñar una estrategia para el estudio de la megadiversidad del país en los próximos 25 años han coincidido en reafirmar la necesidad de conocer completamente, y con base en criterios científicos, la diversidad biológica del territorio nacional no solo en términos de su identidad y números de géneros y especies, sino en lo relativo a diversidad genética, diversidad de poblaciones, comunidades y ecosistemas.

La necesidad de fortalecer este conocimiento plantea a su vez la importancia de fortalecer los recursos humanos, las instituciones especializadas en sistemática y sus colecciones.

Al mismo tiempo, los participantes han reconocido que todos estos elementos de una estrategia deben ir acompañados de acercamientos pluridisciplinarios entre sistemáticos y especialistas en otras áreas como la ecología y la informática, de colaboraciones interinstitucionales entre universidades, entidades del Sistema Nacional Ambiental, zoológicos, jardines botánicos, etc. Hay también una clara conciencia de la necesidad de sistematizar y de popularizar la información disponible sobre los recursos biológicos del país.

Los elementos fundamentales de la estrategia son los siguientes:

- Fortalecer la comunidad científica
 - ⇒ Estrategia financiera
 - ⇒ Capacitación
 - ⇒ Fortalecimiento de colecciones y centros de investigación
- Fomentar la Investigación en Sistemática
- Crear conciencia sobre la importancia de la Sistemática como ciencia y promover la integración del trabajo sistemático a la problemática nacional
- Propender por el desarrollo de un marco legal apropiado que facilite las colecciones para investigación en Sistemática
- Propender por el desarrollo de relaciones con las comunidades locales que respondan a la actual dinámica de procesos socio-culturales en el país.

Cada uno de los grupos de especialistas identificó una serie de propósitos y prioridades específicos dentro de este marco general, que deberán ser consolidados en el documento final.

Discusión

La investigación científica en Colombia ha progresado considerablemente. No obstante, los problemas son inmensos y las soluciones difíciles de alcanzar. Solo se mencionan a continuación algunas de las dificultades, para luego concentrar la discusión en las posibles alternativas para el futuro.

Actividad y producción científica

Un problema de grandes proporciones para el desarrollo científico de los países del tercer mundo es el acceso desigual a la información, al conocimiento y a las comunicaciones. En nuestros países la distribución desigual de la capacidad de aprender, saber y comunicarse es una de las principales fuentes de frustración de la comunidad científica (Forero, 1994).

De acuerdo con un informe preparado por UNESCO ("World Science Report", citado por Mayor, 1994), más del 80% de la investigación científica se concentra en unos pocos países industrializados. Mientras en países como Japón o los Estados Unidos hay entre dos y cinco científicos por cada 1000 habitantes, en los países en desarrollo ese número no alcanza siquiera a un científico por cada 1000 habitantes.

Uno de los aspectos alarmantes de la situación lo constituye el número de publicaciones científicas que se producen en América Latina. De acuerdo con Soberón y colaboradores (1993), en 1973 América Latina producía solamente el 0,97% de todos los trabajos científicos publicados en el mundo. Según esos autores, en ese año aparecieron 2.700 trabajos en América Latina frente a un total de 279.570 en el mundo. En 1984, la producción científica en la región había llegado al 1,14% del total mundial (3.001 vs 263.072). La situación mejoró en cierta forma en 1986, pues la producción científica total de América Latina alcanzaba 1,8% del total en el mundo (Guimaraes, 1993). En ese año el total en América Latina fue de 9.719 trabajos mientras en el mundo el total llegó a 551.225.

Brasil, Argentina, México, Chile y Venezuela presentan en forma consistente la más alta producción científica en la región. Como ejemplo, en 1991 en el Brasil se publicaron 3.443 trabajos; en Argentina, 1.864; en México, 1.458; en Chile, 1.088, y en Venezuela 466.

Modelos importados de desarrollo científico

Los modelos de desarrollo científico "standard", importados de otras partes del mundo, son un obstáculo para la erradicación del subdesarrollo científico porque están basados en criterios que no necesariamente son aplicables en todos los países del mundo.

Nuestros países deben definir sus propios modelos de desarrollo científico. Como ocurre con muchos modelos ecológicos, las ideas venidas del norte, basadas en condiciones diferentes, no necesariamente son directamente aplicables a la realidad latinoamericana. Por eso es oportuno

tuno recapacitar cuidadosamente sobre la forma en que se aceptan los modelos que vienen de fuera. Esto incluye, pero no se restringe, a los métodos de evaluación del trabajo científico y, por consiguiente, a los métodos de financiación, modelos de estudio y conservación de la biodiversidad, modelos de coordinación interinstitucional, reconocimiento de prioridades estratégicas para el país, etc.

Pluralismo y conocimiento local

No hay duda de que las comunidades científicas de los países en desarrollo requieren información y tecnología de frontera. Pero ese tipo de apoyo solo funciona con la aceptación, paralelamente, del pluralismo, de una cierta medida de equidad, y de la responsabilidad que deben asumir las comunidades y cada uno de los individuos que las forman.

Por ejemplo, cualquier solución a los problemas ambientales tiene que ir acompañada de la participación activa de las comunidades que se verán afectadas por esas soluciones. Las soluciones tienen que ser compatibles con las condiciones locales tanto de índole científica y técnica como social y económica.

La combinación de tecnologías modernas - como la biotecnología - con estudios sobre tecnologías tradicionales que se realizan a través de investigaciones etnobiológicas o de botánica económica, permitirá la obtención de soluciones locales al mantenimiento de la biodiversidad.

Es claro que abandonar ciertas tecnologías nuevas como la biotecnología o la informática sería absurdo. Pero es importante combinarlas con otras tecnologías bien sea tradicionales o de otros tipos. Existe, por ejemplo, un conocimiento técnico popular del cual podría extraerse considerable beneficio social. Tenemos que aprender a experimentar, comparar, transferir y, de ser posible, generalizar experiencias exitosas.

Asignación y transferencia de fondos

Las agencias financiadoras, tanto nacionales como internacionales, tienen que aceptar su responsabilidad de apoyar el estudio, conservación y desarrollo sustentable de los recursos naturales. Esto incluye como elementos muy importantes el fortalecimiento de centros de investigación y el entrenamiento de nuevas generaciones de científicos.

La investigación en Sistemática, los inventarios, las colecciones de germoplasma, las investigaciones etnobiológicas y, en general, las investigaciones de campo de-

ben recibir apoyo porque solo así se podrá obtener la información necesaria para tomar decisiones inteligentes en relación con la protección, el manejo y el uso de los recursos vegetales del país.

Así mismo, los jardines botánicos, los zoológicos y las instituciones regionales requieren de apoyo para adelantar su importante contribución científica y educativa a diversos niveles. La desproporción que se encuentra, por ejemplo, entre el número de jardines botánicos que existen en América Latina y los que existen en los Estados Unidos y Europa es conocida por todos. Lo mismo pasa con las colecciones científicas.

Muchos proyectos de investigación no son financiados porque, según las entidades financiadoras y, por lo que parece, también según algunos colegas científicos, "ya hay suficiente información" y lo que se necesita es "analizar" esa información. Casi que la palabra "investigación" se ha convertido en una mala palabra, y es un "pecado" hacer investigación básica.

Federico Mayor, Director General de UNESCO, se refiere a la importancia de la investigación básica diciendo que "**no puede haber ciencia aplicada si no hay ciencia para aplicar**" (Mayor, 1994). Todos los países necesitan personal capacitado en técnicas de investigación y esto solo se puede lograr a través de una política de apoyo a las ciencias básicas.

Mirando hacia el Siglo XXI

Los problemas son globales, y las soluciones deben ser, por consiguiente, globales. La comunidad científica y académica tiene la obligación de contribuir a los esfuerzos globales para estudiar, proteger y utilizar racionalmente la biodiversidad. Al mismo tiempo, la comunidad internacional (científicos, entidades financiadoras, gobiernos, organizaciones internacionales de diversos tipos, entidades conservacionistas, etc.) tiene la obligación de aceptar, reconocer y apoyar las iniciativas y prioridades locales derivadas del conocimiento directo de la biodiversidad, en lugar de continuar imponiendo modelos foráneos a los que ya he hecho referencia.

El mundo moderno presenta una serie de retos que no pueden ser ignorados. La comunidad científica y académica tiene que tomar una nueva actitud y volverse más agresiva. Es necesario aumentar la conciencia de que la misión de la ciencia no es solo descubrir los hechos sino también la forma de aplicar esos nuevos conocimientos.

Es necesario el fortalecimiento de la comunidad científica y una mejor organización colectiva para enfrentar

los retos del fin del Siglo XX y el comienzo del Siglo XXI. Se deben organizar grupos de trabajo para discutir muchos de los problemas que afectan a la comunidad en general, desde cómo actuar ante el gobierno, las organizaciones no gubernamentales, las entidades financiadoras, etc., hasta cómo participar más activamente en los procesos de toma de decisiones tanto en el ámbito científico como de distribución de recursos, transferencia de tecnología, modernización, las decisiones de la Conferencia de Río, el establecimiento de prioridades de investigación, conservación, desarrollo sostenible, etc

Como individuos, los sistemáticos y en general los científicos y académicos deben preguntarse qué están haciendo en bien de la comunidad no solo científica sino de la comunidad en general, de los ciudadanos, y cada uno asumir la responsabilidad que le corresponde. De lo contrario, el impacto social y la importancia de los resultados de nuestras investigaciones (a los que hacía referencia al comienzo) serán ignorados. Más grave aún es el hecho de que la visibilidad pública de la Sistemática, pero también de la ecología y la biodiversidad, queda en manos de "científicos instantáneos" como los llama **di Castri** (1994).

Los medios de comunicación, las fundaciones privadas y muchas organizaciones internacionales y nacionales prefieren en muchos casos tratar con esas personas que responden a sus deseos de soluciones instantáneas. El proceso educativo en el área del medio ambiente en muchos países ha creado una generación de jóvenes que entiende poco de la necesidad de hacer ciencia con rigor, aunque tome un poco de tiempo, y que pretende "salvar el mundo en dos semanas".

Los científicos colombianos y de otros países en desarrollo pueden y deben trabajar en colaboración con científicos de otros países para agilizar el proceso de estudio de la biodiversidad y para producir la información requerida por el público y por las entidades que toman decisiones. La colaboración permite utilizar mejor los recursos disponibles y limitar el peligro de duplicación de esfuerzos. El total es mucho mayor que cada una de las partes.

Es necesario implementar bases de datos a varios niveles, y establecer redes de información computarizada. El uso de la red Internet ha acertado, afortunadamente para nosotros, las distancias en tiempo entre los países desarrollados y los países en desarrollo. Debemos hacer esfuerzos para capacitarnos en estos temas y para utilizar estas nuevas facilidades al máximo. Se debe impulsar la idea de publicar nuestras revistas electrónicamente.

Se debe hacer un gran esfuerzo para integrar a los científicos colombianos con las iniciativas internacionales en bases de datos, índices, etc.

Así mismo, es indispensable compartir información y conocimientos con colegas de otros países de la región. Debemos establecer vínculos con aquellos países vecinos que muestran mayores niveles de desarrollo relativo y colaborar con ellos estrechamente.

Aunque ya se han hecho algunos experimentos (en botánica, la Red Latinoamericana de Botánica es un buen ejemplo, pero también la Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas y otras), todavía se requiere incrementar aún más ese intercambio. Por eso, la asistencia a reuniones científicas dentro y fuera del país y de la región precisa de más apoyo financiero. La participación de nuestros científicos en reuniones de carácter nacional, regional o mundial es un verdadero "vía crucis". Resultado: atraso, falta de información y aislamiento.

Los científicos jóvenes deben dedicar su talento, inspiración y entusiasmo a la producción de contribuciones originales a la ciencia y la tecnología, pero al mismo tiempo deben participar más en el análisis y solución de los serios problemas sobre conservación y uso de los recursos naturales que enfrenta la región.

Finalmente, debemos esforzarnos por llegar al público con información útil, clara, y científicamente correcta. El interés del público en las riquezas naturales para recreación y placer está en aumento. Los visitantes y los residentes de cualquier lugar deben comprender su medio ambiente y lo que éste les ofrece, a fin de que lo aprecien, lo respeten, lo utilicen racionalmente, y lo preserven. Los taxónomos debemos proveer listas de plantas y animales y guías escritas sobre las áreas naturales. Debemos participar en educación a diversos niveles, y debemos estar dispuestos a interactuar con gobernantes y con quienes toman decisiones a fin de usar nuestros conocimientos en forma práctica en programas de conservación y manejo.

Conclusiones

El camino que se debe transitar de aquí en adelante no es fácil. El mundo ha cambiado y continúa cambiando y no podemos pretender que nada está ocurriendo a nuestro alrededor. Las condiciones de Colombia hoy no son las mismas de hace cinco, diez o veinte años. La ciencia avanza a grandes pasos. Tenemos que aceptar el cambio y adaptarnos a él. La comunidad de Sistemáticos ha entendido estos retos y está dispuesta a afrontarlos. A

través de una estrategia cuidadosamente definida, como la que se está preparando, los sistemáticos debemos establecer nuestras propias prioridades y exigir que se nos escuche. Tendremos que hacer sacrificios. Eso es inevitable. Tendremos que vencer muchos obstáculos, algunos de los cuales ya han sido mencionados en este texto.

La iniciativa de nuestra comunidad para organizarse y responder a esos retos la coloca en una situación favorable para trabajar con los entes gubernamentales y no gubernamentales en el logro de objetivos comunes que beneficien al país y, finalmente, al mundo.

No me cabe duda de que los científicos colombianos que han dedicado su vida a la Sistemática, lo mismo que los que apenas comienzan, tienen la capacidad de hacer contribuciones muy importantes a la sociedad.

La preparación de nuevos taxónomos y de nuevas monografías y el desarrollo de nuevas metodologías serán elementos fundamentales de la estrategia. La obtención de más información y de nuevos conocimientos sobre nuestra diversidad biológica, el diseño de nuevas formas de afrontar el trabajo taxonómico y el entrenamiento de nuevos sistemáticos, el acceso rápido y oportuno a la información generada por el trabajo taxonómico utilizando la tecnología de los computadores, y una mayor comunicación con el público sobre la belleza, la importancia y la riqueza de la diversidad biológica del país, son objetivos que se ajustan perfectamente a nuestra estrategia.

Bibliografía

- Bisby, F. & P. Smith.** 1996. Species 2000: indexing the world's known species. Project Plan Version 3. Species 2000 Secretariat, Southampton, U.K.
- COLCIENCIAS.** 1995. Ciencia y Tecnología para un Desarrollo Sostenible y Equitativo. Implementación de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1994-1998.
- Departamento Nacional de Planeación.** 1997. Política Nacional de Biodiversidad. Colombia. 40pp. (en colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente y el Instituto Alexander von Humboldt).
- Di Castri, F.** 1994. Matching Rigor with Openness in Biology. Editorial. *Biology International* **29**: 1-2.

- Fernández, F.** 1995. La Diversidad de los Hymenoptera en Colombia. En: Rangel - Ch., O. (ed.), Colombia. Diversidad Biótica I: 373-442.
- Flórez - D., E. & H. Sánchez - C.** 1995. La Diversidad de los Arácnidos en Colombia. En: Rangel - Ch., O. (ed.), Colombia. Diversidad Biótica I: 327-372.
- Forero, E.** 1994. El futuro de la botánica en América Latina. Acuerdos y realidades. *Ciencia (Facultad de Ciencias, UNAM)* **34**: 35-41.
- Forero, E.** 1996. Estrategias para la investigación botánica en América Latina en el Siglo XXI. Conferencias, VI Congreso Latinoamericano de Botánica, pp. 1-15. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Guimaraes, J. A.** 1993. Opportunities and common goals for research in the Americas: 65-72. En: Stann, E. J. (ed.), Science and Technology in the Americas: Perspectives on Pan American Collaboration. American Association for the Advancement of Science. Washington, D.C.
- Lynch, J. D., P. M. Ruiz - C. & C. Ardila - R.** 1997. Biogeographic Patterns of Colombian Frogs and Toads. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* **21** (80): 237-248.
- Mayor, F.** 1994. Opening address of the UNESCO Conference on Science and Technology in Africa, Nairobi: 8pp.
- Prance, G. T.** 1977. Floristic inventory of the tropics: Where do we stand? *Ann. Missouri Bot. Gard.* **64**: 659-684.
- Rangel-Ch., O. et al.** 1994. Estudio de la Diversidad Biótica en Colombia. Memorias, I Congreso Nacional sobre Biodiversidad, pp. 25-32. Universidad del Valle, Biopacífico, Ministerio del Medio Ambiente. Cali.
- Rodríguez - M., J. V. et al.** 1995. Mamíferos colombianos: sus nombres comunes e indígenas. Occasional Papers in Conservation Biology. Occ. Paper No. 3. Conservation International.
- Sánchez - C., H., O. Castaño - M. & G. Cárdenas - A.** 1995. Diversidad de los Reptiles en Colombia. En: Rangel - Ch., O. (ed.), Colombia. Diversidad Biótica I: 277-325.
- Schultes, R. E.** 1951. La riqueza de la Flora Colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* **8**: 230-242.
- Soberón, G., J. Martuscelli & C. Valdés.** 1993. Directions in research and cooperation for development: 33-49. En: Stann, E. J. (ed.), Science and Technology in the Americas: Perspectives on Pan American Collaboration. American Association for the Advancement of Science. Washington, D.C.
- Systematics Agenda 2000.** 1994. Systematics Agenda 2000: Charting the Biosphere. New York: Society of Systematic Biologists, American Society of Plant Taxonomists, Willi Hennig Society, Association of Systematics Collections.