

El conocimiento sistemático de la biodiversidad y el impedimento taxonómico

José Antonio González Oreja

Depto. Agroecosistemas y Recursos Naturales; Neiker, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario; Parque Tecnológico Bizkaia, 812 L; 48160 Derio.
E-mail: jgonzalez@neiker.net, jgonzorj@hotmail.com

RESUMEN

El conocimiento sistemático de la biodiversidad es un componente esencial en la gestión racional de los recursos bióticos; sin embargo, el apoyo a la realización de inventarios biológicos y la cantidad de expertos en taxonomía han caído en los últimos tiempos, lo que ha provocado una falta generalizada de conocimiento sobre la magnitud, la identidad y la distribución de la biodiversidad: el “impedimento taxonómico”. ¿Cómo disfrutar y proteger la biodiversidad si no sabemos qué disfrutar y proteger? En un mundo que pierde especies a una velocidad entre 100 y 1.000 veces mayor que la tasa de extinción de fondo, y que atraviesa la Sexta Extinción, es necesario y urgente impulsar la formación de calidad y el empleo continuado de taxónomos, así como la inversión en la investigación sistemática de la biodiversidad. En el texto se critican algunas de las soluciones propuestas, como los megaproyectos en internet (*All-Species*, *Species 2000* o *Tree of Life*), así como las razones que justifican tal necesidad (valores instrumentales, valores intrínsecos, etc.). Nuestra propia supervivencia como especie se basa en la comprensión que tenemos de una mínima fracción de la diversidad biológica, pues sólo se han descrito entre 1,5 y 2×10^6 especies, del total estimado entre 3,6 y 100×10^6 . ¿Qué oportunidades no estaremos desaprovechando debido a nuestra ignorancia manifiesta? *eVOLUCIÓN 4(1): 19-32 (2009)*.

Palabras Clave: sistemática, taxonomía, diversidad biológica, conservación, descubrimiento de nuevas especies, ignorancia, internet.

ABSTRACT

Notwithstanding that systematic knowledge of biodiversity is an essential element in the rational management of biotic resources, financial support for biological inventories and the number of practicing taxonomists have both declined in the recent past, which have provoked a generalized lack of knowledge on the magnitude, identity and distribution of biodiversity: the “taxonomic impediment”. How to enjoy and protect biodiversity if we do not know what is out there to enjoy and protect? In a world that is losing species at a rate 100-1,000 times faster than background extinction rates, and that is in the middle of the Sixth Extinction, it is imperative to promote the sustained formation and employment of qualified taxonomists, and to fund the systematic research of biodiversity. Some of the proposed solutions are discussed through the text, like internet-based megaprojects (*All-Species*, *Species 2000* or *Tree of Life*), as are the reasons that justify such necessity (instrumental values, inherent values, and so on). Our own survival as a species is based on our understanding of a tiny fraction of the total biological diversity, since only from 1.5 to 2×10^6 species have been described, out from a total estimated between 3.6 and 100×10^6 . Which opportunities aren't we missing due to our manifest ignorance? *eVOLUCIÓN 4(1): 19-32 (2009)*.

Key words: systematics, taxonomy, biological diversity, conservation, discovery of new species, lack of knowledge, internet.

La sistemática y su importancia en biología de la conservación

La sistemática es el estudio comparado de la biodiversidad —la increíble variedad de formas que adopta el fenómeno de la vida—, y sus objetivos principales son descubrir, describir, clasificar y nombrar a las especies que habitan en la Tierra; situarlas correctamente en el árbol evolutivo de la vida; e interpretar los procesos y los patrones evolutivos que han ocurrido a lo largo del tiempo. El conocimiento sistemático de

los seres vivos enlaza todas las demás áreas de la biología en un marco de trabajo que permite interpretar de modo coherente las características, actividades, distribuciones e historias evolutivas de los seres vivos. La sistemática biológica en general, y la clasificación y nomenclatura en particular, han cambiado notablemente desde sus remotos y venerables orígenes, o desde la publicación de la obra que está en su nacimiento formal para la ciencia, la décima edición del *Sistema Naturae* de Linneo, en 1758. Ya no consiste solamente en la descripción y

catalogación ordenada de los seres vivos dentro de un sistema estático y rígido, entendido como reflejo de la Obra de Dios, sino que se ha convertido en una ciencia dinámica que interpreta las relaciones evolutivas de los organismos y propone clasificaciones acorde con el mejor conocimiento disponible sobre su filogenia. Actualmente, las grandes áreas en las que se desenvuelve la sistemática son (Cracraft 2002): (1) el estudio de la biodiversidad, (2) la documentación de la filogenia de los seres vivos, (3) el análisis de los procesos evolutivos que dan lugar a los patrones biogeográficos pasados y actuales, y (4) la teoría y la práctica de la clasificación y la nomenclatura (i.e., la taxonomía).

Del mismo modo, la sistemática es un componente esencial en los esfuerzos que la sociedad hace para conservar y gestionar de modo racional los recursos bióticos (Cracraft 2002; Wheeler *et al.* 2004; Kim y Byrne 2006). La crisis a la que se enfrenta la biodiversidad en la actualidad (Wilson 1994; Chevalier *et al.* 1997) supone una oportunidad excepcional para incentivar los conocimientos derivados de la taxonomía, empezando por conocer la propia identidad de los grupos de organismos a conservar (Simpson y Cracraft 1995). Ahora bien, aún son muy pocos los taxónomos y sistemáticos que dedican sus esfuerzos a la conservación (Lowry 2001). Documentar la identidad, el estatus y las necesidades de conservación de las especies y sus hábitats tendrían que ser consideradas como labores básicas de investigación y gestión de los recursos bióticos, que se deberían realizar incluyendo no sólo a las especies más visibles o emblemáticas, sino a los espacios naturales de gran tamaño en los que se desenvuelven, así como a los ecosistemas que ahí se encuentran. En el pasado reciente, la designación de espacios naturales como áreas protegidas ha estado dirigida bien por la presencia de unas pocas especies carismáticas, bien por las convicciones personales de quienes han considerado que “su” área de trabajo debía ser protegida. Esta forma de hacer funcionó “bien” mientras que las fuentes de financiación fueron generosas; pero, a medida que los fondos económicos se han ido reduciendo y la pérdida de hábitat ha seguido avanzando, se han desarrollado otros criterios más objetivos para establecer prioridades en la selección de áreas naturales a proteger. En este sentido, lo que más se necesita es una amplia evaluación de diversos grupos de organismos que permita identificar áreas con concentraciones particularmente elevadas de riqueza, endemismos locales, especies amenazadas o taxones con alta importancia para la conservación (Méndez Iglesias 2003; Sarkar *et al.* 2006). Los taxónomos pueden contribuir de modo exitoso a la práctica de la biología de la conservación, pues son ellos quienes atesoran los conocimientos necesarios sobre las especies y sus distribuciones, almacenados muchas veces en vetustas e infrautilizadas

colecciones de pliegos o ejemplares mantenidos en Universidades, herbarios o museos. Al ofrecer los datos esenciales para implementar métodos de trabajo más objetivos en la selección de áreas naturales a proteger, los taxónomos pueden jugar un papel crítico que hará más fuerte y efectiva la conservación de la naturaleza (Lowry 2001).

El impedimento taxonómico

Sin embargo, el apoyo económico a las labores de recolección de muestras y realización de inventarios ha disminuido de modo notable en los últimos tiempos (Wheeler *et al.* 2004), y la cantidad de expertos bien formados en taxonomía de diversos grupos de organismos ha caído en picado, en parte como resultado de la escasa reputación y los limitados recursos económicos y humanos con que contaron las formas de hacer sistemática durante gran parte del siglo XX. Todo ello provocó el olvido y casi abandono que ha rodeado a las actividades tradicionales de descripción, clasificación y nomenclatura de los seres vivos (Godfray 2002; Schweitzer 2008), y generó lo que ha sido identificado como el principal problema para el avance de esta ciencia hoy en día: la escasez de taxónomos, que forma parte del así llamado “impedimento taxonómico” [Anexo 1].

En esencia, el impedimento taxonómico se refiere a la falta de conocimientos disponibles sobre la magnitud, la identidad, y la distribución de la biodiversidad, y a las limitaciones que ello impone en las labores de conservación y gestión racional de los recursos bióticos. El impedimento taxonómico se refleja, por ejemplo, en la documentada escasez en el número total de especialistas en taxonomía, con cifras globales estimadas actualmente en torno a los 6.000-7.000 expertos (Schnack y López 2003; Wilson 2003a), o en el lamento de algunos jóvenes investigadores en taxonomía, que se han percatado del reducido número de colegas profesionales con que cuentan, casi todos ellos como una decena de años más viejos (Schweitzer 2008). Esta sensación de aislamiento afecta en realidad a muchos taxónomos que trabajan en Universidades rodeados por bioquímicos, biólogos celulares o biólogos moleculares, cuyos proyectos reciben generalmente un mayor presupuesto (de Carvalho *et al.* 2008). Podríamos decir que así como la biodiversidad está en peligro de extinción (véase más abajo), también lo están quienes se dedican a su estudio sistemático. La situación podría empeorar en el corto plazo, ya que la edad media del plantel de taxónomos crece con el tiempo (pues casi no hay regeneración), debido a que los estudiantes universitarios se decantan mayoritariamente por otras ramas de la biología, más “atractivas” (Raven 2004).

Además, la distribución del esfuerzo investigador en taxonomía no sigue el patrón que sería de

esperar de acuerdo con la biodiversidad. Si las cosas no han cambiado de modo significativo desde el estudio de Gaston y May (1992), un poco menos de un tercio de todos los taxónomos trabajan sobre vertebrados (un grupo poco importante numéricamente, con unas 45.000 especies), aproximadamente otro tercio investiga sobre plantas (con una riqueza en especies casi 10 veces superior a los vertebrados), y la mayor parte del resto (un poco más de un tercio del total) se centra en los animales invertebrados (que superan en especies a los vertebrados por un factor de 100 o más). La pasión que despiertan los vertebrados de pluma y pelo (i.e., las aves y los mamíferos) se refleja también, por ejemplo, en el hecho de que la *Royal Society for the Protection of Birds*, del Reino Unido, agrupa a más de un millón de socios, mientras que la *Botanical Society of the British Isles* está formada por sólo unos 10.000 (May 2002). En fin, casi el 82% de la población del planeta se localiza en los países pobres y poco desarrollados, que capitalizan tan sólo como el 15% de los recursos económicos y humanos, aunque atesoran quizás hasta el 80% de la biodiversidad global (Raven 2004).

Lo cierto es que no es posible conocer y menos aún evaluar, conservar o utilizar la biodiversidad sin contar con los taxónomos necesarios, expertos en las múltiples formas que adopta el fenómeno de la vida. Incluso hoy en día, más de una década después del reconocimiento inicial del problema, falta la experiencia taxonómica necesaria y suficiente como para describir de modo efectivo la biodiversidad de la Tierra (Evenhuis 2007). ¿Cómo vamos a disfrutar y proteger la biodiversidad si antes no tenemos el conocimiento sobre lo que podemos disfrutar y debemos proteger? Es necesario impulsar las labores de investigación sistemática de la biodiversidad y, aún más importante, es urgente hacerlo ya (Simpson y Cracraft 1995; Wheeler *et al.* 2004; Schweitzer 2008).

Por si fuera poco, además de la escasez de expertos en taxonomía, se han descrito otros problemas que podrían ralentizar aún más el conocimiento de la biodiversidad de la Tierra, como lo que podría denominarse un impedimento nomenclatural (Acosta 2007), o la baja tasa de producción científica de los taxónomos (i.e., de publicación y divulgación de resultados obtenidos en proyectos de investigación), que es menor que la esperada (Evenhuis 2007). Medio en broma, medio en serio, Evenhuis (2007) ha publicado incluso una guía para cubrir los “*Ocho Pasos a la Iluminación Total y el Nirvana Taxonómico*” (*sic*) que permiten darse cuenta y apreciar en su justa medida el gozo derivado de (1) el trabajo en íntimo contacto con la naturaleza, (2) la recolección de muestras y ejemplares, (3) su clasificación y ordenación posterior, (4) el descubrimiento de especies raras o incluso nuevas, (5) la investigación bibliográfica, (6) la descripción e

ilustración de nuevas especies, (7) la escritura de manuscritos y su publicación, así como (8) la educación y formación final de quienes leen y consultan las publicaciones realizadas (véase también Flowers 2007, y con más detalle de Carvalho *et al.* 2008). Pero esto es harina de otro costal. La buena noticia es que la taxonomía puede volver a florecer como ciencia (Godfray 2002; Wheeler *et al.* 2004).

Posibles soluciones

Hay quien ha propuesto una evolución de la taxonomía hacia una nueva ciencia de la información, basada en una estructura cibernética propia del siglo XXI, administrada de forma centralizada desde internet (Godfray 2002; véase Godfray *et al.* 2007 para detalles sobre la así llamada Iniciativa CATE: *Creating a taxonomic e-science*). Una nueva forma de hacer sistemática que genere productos “entregables” útiles a la vez que atractivos para sus usuarios finales, la sociedad en general; y que sea capaz de competir por la asignación de recursos económicos limitados con proyectos de gran calado y reconocido prestigio internacional, como por ejemplo el Proyecto Genoma Humano (http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml) o la Cartografía Digital del Cielo (<http://www.sdss.org/>). Si cada especie de ser vivo presente en la Tierra ocupara una página web en internet, con un resumen de lo que se conoce sobre sus características diagnósticas, distribución geográfica, requerimientos de hábitat, relaciones ecológicas, posición filogenética, genoma, importancia para la humanidad, etc., entonces el conjunto de todas esas páginas darían forma la Enciclopedia de la Vida (Wilson 2003a), el esperado y justo colofón a la magna empresa iniciada por Linneo en el siglo XVIII: una representación completa de la biodiversidad de la Tierra, de polo a polo, de los virus a las ballenas, del genoma a los ecosistemas (Wilson 2004). Para muchos autores, el objetivo de descubrir, describir y clasificar todas las especies de este planeta es una empresa de magnitud global, que necesita de herramientas globales, y tiene todos los requisitos como para ser considerada “Gran Ciencia” (Wilson 2003a; Wheeler *et al.* 2004). Empero, también hay quien opina que la globalización de la taxonomía puede repercutir de modo negativo precisamente allí donde más se necesita, en los países en vías de desarrollo, y que la solución no está en la informatización del conocimiento en sistemática (de Carvalho *et al.* 2005, 2008; véase más abajo).

Quizás algo más “esotéricamente”, otros han pensado que la secuenciación masiva del DNA y la generación de herramientas que faciliten la identificación directa de los seres vivos, similares a los “códigos de barras” que se usan en los supermercados para identificar los productos de

la cesta de la compra (Hebert *et al.* 2002; DeSalle *et al.* 2005; véase, por ejemplo, Lanteri 2007 para una aproximación en español a algunas de sus aplicaciones), pueden ayudar también al renacimiento de la taxonomía en general, y de la investigación para describir e inventariar la diversidad de la vida en particular.

En realidad, todas estas ideas podrían ser tan sólo mucho ruido y pocas nueces: una tormenta de verano que se olvide poco después de que pase, con lo que se desperdiciaría la oportunidad actual y se perdería el ímpetu necesario para mejorar el conocimiento sistemático de la biodiversidad (Mallet y Willmott 2003). Como ejemplo están los revuelos y esperanzas que levantaron la facilidad operativa y aparente objetividad de los métodos de la Taxonomía Numérica (Hull 1970), y que sedimentaron en prácticamente nada tras unos 25 años (de Carvalho *et al.* 2008). Quienes critican el nuevo paradigma reduccionista de la “ciberautomatización” de la taxonomía, que equipara la sofisticación tecnológica con el progreso conceptual, y que llevado al extremo apostaría por la sustitución de los taxónomos por máquinas capaces de avanzar en la identificación de muestras biológicas, argumentan su punto de vista en los logros de programas de formación de taxónomos que han recibido suficiente apoyo económico (de Carvalho *et al.* 2007). Allí donde este apoyo económico ha sido sostenido en el tiempo, se ha formado suficiente personal investigador en taxonomía, que ha sido contratado posteriormente por la Universidad, y que ha avanzando en el conocimiento de la biodiversidad (de Carvalho *et al.* 2008).

En todo caso, la importancia del conocimiento derivado de la sistemática en diversas ramas de la biología aplicada queda de manifiesto al recordar que la supervivencia de nuestra propia especie en este planeta depende de nuestra comprensión sobre la diversidad biológica que nos rodea, así como de la interacción prudente que tengamos con sus componentes. La economía del mundo gira en torno a los bienes y servicios derivados de una fracción mínima de la biodiversidad (pues, quizás, conocemos aún menos del 5-10% de todas las especies existentes, y explotamos una fracción ínfima de este valor; véase más abajo). ¿Qué oportunidades no estaremos desaprovechando debido a nuestra ignorancia? Afortunadamente, ya se están llevando a cabo iniciativas que buscan mantener y promover el desarrollo de la sistemática y la taxonomía en general, así como mejorar nuestro conocimiento sistemático de la realidad natural en particular. Estos proyectos están descubriendo, describiendo e inventariando la diversidad de especies de la Tierra; analizando los datos obtenidos en forma de clasificaciones que reflejen la historia evolutiva; y organizando toda esta información del modo más útil posible a la sociedad. Además de la *Global Taxonomy*

Initiative [Anexo 1], entre los proyectos más ambiciosos están *All-Species*, *Diversitas*, *Species 2000* y *Tree of Life* [Anexo 2].

Necesidad del conocimiento en sistemática

¿Cuántas especies habitan la Tierra; cuáles son sus características y propiedades; qué relaciones evolutivas se dan entre ellas? Nadie duda de que sea deseable responder a estas y otras cuestiones similares (Cracraft 2002). Es decir, descubrir, describir y conocer las relaciones evolutivas de todas las especies que habitan la Tierra. Asumiendo que la biodiversidad total de la Tierra es de $\sim 10\text{-}20 \times 10^6$ especies (véase más abajo), y que sólo se han descrito cerca del 10% desde los tiempos de Linneo, entonces quedaría por describir el 90% restante. Desde una posición quizás muy optimista, algunos autores (por ejemplo, Wilson 2003a [Anexo 2]) han realizado una defensa entusiasta de la idea, y para completarla han marcado un horizonte temporal de tan sólo una generación, ¡25 años! Desafortunadamente, ni siquiera se sabe con exactitud cuántas especies han sido descritas ya por la taxonomía, y las estimas están en el rango $1,5\text{-}2 \times 10^6$; ello implica la existencia de una cantidad similar de epítetos binomiales (sin contar con los de rango taxonómico superior), entre los que hay una gran cantidad de sinónimos (Alroy 2002): nombres distintos que designan la misma realidad biológica. En todo caso, nadie duda de que la biodiversidad conocida sea sólo una pequeña parte de la realmente existente. ¿Cuántas especies hay en la Tierra? La mejor respuesta a esta pregunta es que... ¡nadie sabe la respuesta! Ni siquiera dentro de un orden de magnitud. En efecto: ésta es una de las siete grandes preguntas de la sistemática biológica, y una de las cuestiones que aún forman parte de la “Gran Ciencia” de hoy en día (Cracraft 2002). Admitiendo nuestra enorme ignorancia, y con resultados diversos en función de los métodos utilizados, se estima que la magnitud total de la biodiversidad puede estar entre $3,6$ y 100×10^6 especies eucariotas (Cracraft 2002; Wilson 2003a; Mace *et al.* 2005).

En todo caso, el grado de conocimiento taxonómico de la diversidad biológica ya descrita es muy heterogéneo, y varía con el tamaño corporal del organismo (cuanto más pequeño el organismo, peor se conoce el grupo al que pertenece) y con la localización geográfica del área de estudio (pues se conoce mejor la biodiversidad de las regiones templadas del hemisferio norte, y peor la de latitudes tropicales o regiones muy distantes de los centros de investigación). Nuestra ignorancia es máxima respecto a las bacterias y otros microorganismos de los que depende toda la biosfera, la “materia oscura” de la biodiversidad (Wilson 2004), y queda patente al recordar que las cianobacterias (antiguas algas verde-azuladas) pertenecientes al género *Prochlorococcus*, que

capitalizan entre el 30 y el 80% de la producción primaria global, y que probablemente son los seres vivos más abundantes en la Tierra (pues se estima que su abundancia total es de unos 10^{29} individuos, aproximadamente 100×10^3 en cada mililitro de agua de los grandes mares y océanos), no se describieron para la ciencia hasta 1988 (Wilson 2003a).

¿Dónde están todas las especies, todos esos seres vivos que comparten con nosotros este planeta, la Tierra? Tampoco lo sabemos, y ésta es otra de las siete grandes cuestiones de la sistemática, la más básica para el conocimiento biogeográfico de la biodiversidad; cualquier respuesta a esta pregunta será sólo tan buena como lo sean los inventarios biológicos disponibles (Cracraft 2002). De ello dependen, por lo menos en parte, el descubrimiento de nuevas medicinas, el ecoturismo, el comercio de recursos naturales y bióticos, el control de plagas y enfermedades, así como de especies invasoras, la mejora de los cultivos gracias a la diversidad presente en parientes silvestres, el análisis de los efectos del cambio global, etc. Lo cierto es que la biodiversidad está en todas partes: en los desiertos, los océanos, los cuerpos de agua dulce, las selvas tropicales siempre verdes, los bosques de latitudes templadas, las praderas de la alta montaña, los parques urbanos, los jardines... Una gran parte de la riqueza en especies de este planeta se registra en las selvas y junglas de América Central y del Sur, África ecuatorial, y el Sureste de Asia, así como en los arrecifes de coral de las mismas latitudes.

Ahora bien, ¿qué sabemos en realidad de las características, la ecología o el estado de conservación de las especies que ya han sido descubiertas y nombradas por la ciencia? En la inmensa mayoría de los casos, ¡prácticamente nada... o casi! Hay enormes lagunas en nuestro conocimiento sobre la biodiversidad ya descrita. Baste señalar que quizás más de la mitad de las especies se conocen tan sólo de la localidad en la que fueron descubiertas; o, aún peor, que en un buen número de casos el conocimiento se limita a un único espécimen, nada más (Stork 1997). Pero es que, más importante aún, la biodiversidad es en realidad mucho más que la extraordinaria cantidad y variedad de especies y sus nombres (Wilson 1994; Sarkar 2002; Mace *et al.* 2005). Incluye la variabilidad genética que hay entre los organismos que componen las poblaciones y finalmente las especies, variabilidad que se pone de manifiesto en las numerosas y muchas veces sutiles diferencias interindividuales, como las velocidades de reacción metabólica de las enzimas de peces de aguas polares vs. tropicales; los sabores de las variedades de chile que encontramos en los mercados; los cantos de los pájaros de los bosques; o los rasgos de todo tipo (moleculares, anatómicos, de comportamiento y personalidad, etc.) que hacen que todos y cada uno de

nosotros seamos únicos e irrepetibles. El concepto de biodiversidad también incluye la variedad de organizaciones jerárquicas de orden superior que crean las especies y su medio ambiente: comunidades y ecosistemas, también diversos en su estructura y funcionamiento, como las formadas por los detritívoros y descomponedores de materia orgánica de todo tipo que habitan en el suelo de las junglas y selvas siempre verdes, y los mutualistas de limpieza de los arrecifes de coral de las latitudes tropicales; o las plantas del sotobosque de los encinares mediterráneos y las comunidades infaunales de las rasas intermareales sobre sedimentos fangosos de las costas de nuestras latitudes.

Lo cierto es que aún estamos lejos de poder cubrir el ambicioso objetivo de completar la Enciclopedia de la Vida, y también hay quien cree que podría ser inalcanzable, al menos a una escala global y en un horizonte de tiempo razonable (Godfray 2002). Incluso teniendo en cuenta las mejoras que se están produciendo en la práctica taxonómica (imágenes digitales, secuenciación de DNA y códigos de barras genéticos, bases de datos informatizadas en internet, etc.), el límite temporal antes citado de una generación [Anexo 2] resulta simplemente “increíble” para algunos autores, por decirlo suavemente (como se desprende de la pregunta retórica “*What these people had been smoking?*”, May 2004). En otro lugar (González Oreja 2008a) he explorado las relaciones que hay entre la tasa a la que se describen nuevas especies, el tiempo necesario para describir todas las especies de la Tierra a esa velocidad, y la pérdida de biodiversidad que se produce a lo largo de ese tiempo. Asumiendo algunos valores previos (como el número de especies ya descritas, el número total de especies, el número de taxónomos existentes en la actualidad, la tasa de formación de nuevas especies por especiación, la tasa de extinción, etc.), es posible calcular que se necesitan, ahora mismo, y durante los próximos 25 años, entre 66.000 y 236.000 taxónomos que describan la biodiversidad no conocida a una velocidad entre 5 y 1,4 nuevas especies cada año, respectivamente. Sin embargo, está claro que esas grandes cantidades de expertos en sistemática y taxonomía son inexistentes, debido, precisamente, al impedimento taxonómico. Llegados a este punto, alguien podría preguntar: ¿qué más da si no aumenta nuestro conocimiento sistemático de la biodiversidad? Teniendo en cuenta los múltiples valores que atesora (servicios ecosistémicos realizados, relacionados con la polinización de los cultivos, la purificación del aire y del agua, el control de la erosión y de las inundaciones, el ciclo biogeoquímico de los nutrientes, o el control y la regulación del clima, por ejemplo; valores instrumentales (por beneficios económicos directos e indirectos) derivados de su uso como fuentes de recursos bióticos útiles en

alimentación, salud, etc.; valores intrínsecos de naturaleza estética, ética, moral, o espiritual; y un largo etcétera), lo cierto es que son muchas las razones que llevan a pensar que la sociedad en general puede resultar profundamente perjudicada si continuamos en nuestra ignorancia sobre la realidad de la biodiversidad. No voy a explorar aquí este asunto, pero remito al lector interesado a la abundante bibliografía al respecto (véase, por ejemplo, Wilson 1994; Chevalier *et al.* 1997; Alonso *et al.* 2001; Chivian 2002; Delibes de Castro 2005; Crisci 2006; González Oreja 2008b). Realmente, es una lástima estar quemando los metafóricos libros que componen la Enciclopedia de la Vida sin haber podido siquiera hojearlos, y sin haber sido capaces de generar las riquezas que se esconden en las sugerencias de sus páginas (May 2002).

Nuestra generación es la primera en enfrentar y comprender, por lo menos parcialmente, una crisis de la biodiversidad de la magnitud actual; a la vez, quizás sea la última con la oportunidad de explorar y documentar la diversidad de la vida en la Tierra, pues el tiempo disponible para hacerlo se acaba rápidamente (Wheeler *et al.* 2004). En este sentido, el gran reto que la biología actual tiene por delante consiste en crear un conocimiento lo más exacto posible sobre la realidad natural de un planeta que está inmerso en lo que se ha denominado la Sexta Extinción (Wilson 1994; Meine 1999), una lamentable característica de nuestra propia época (Crisci 2006). Los biólogos de la biodiversidad están de acuerdo en que nos enfrentamos a una crisis de extinción, como consecuencia de nuestras propias actividades; sin embargo, nuestra ignorancia sobre las tasas actuales de extinción es aún muy grande (May 2002). Se estima que, a lo largo de muchas épocas del registro geológico, la tasa de formación de especies estuvo entre 10^{-5} y 10^{-7} nuevas especies cada especie y año, con un valor promedio cercano a 10^{-6} . También durante mucho tiempo, este promedio de especiación estuvo prácticamente equilibrado con la tasa de extinción de fondo (10^{-6} especies extintas cada especie y año, dentro de la incertidumbre de las estimas, que es de 2 órdenes de magnitud). Pero las cosas ya no son así. Para una gran colección de grupos de organismos más o menos bien estudiados (como plantas con flores, moluscos, o aves), se estima que la tasa actual de extinción está entre 10^{-3} y 10^{-4} especies extintas cada especie y año. Es decir, la extinción es unas 100-1.000 veces mayor en la actualidad que en la mayor parte del registro geológico (Meine 1999; May 2002; Wilson 2003b).

Reflexiones finales

En un mundo que, como hemos visto, está perdiendo especies a una velocidad acelerada, la sistemática y la taxonomía deben ser vistas como

ciencias de importancia crucial para cumplir los desafíos del cambio ambiental global derivado de las actividades de las sociedades humanas (Cracraft 2002; Wilson 2004; Kim y Byrne 2006). Si queremos que la taxonomía pueda prosperar de nuevo, y cubrir en parte las lagunas de conocimiento aún existentes, es necesario desarrollar proyectos de conocimiento e inventario de la biodiversidad con objetivos relevantes y accesibles, que reciban apoyo desde otras ciencias biológicas y ambientales, y que atraigan el interés del público en general y de quienes financian la investigación en particular (Godfray 2002).

Todo esto no quita la necesidad de formar nuevas generaciones de estudiantes en biología evolutiva y sistemática —con una robusta base teórica y práctica, con conocimientos amplios en teoría de la evolución, microbiología, botánica, zoología, ecología, biogeografía, cladística, etcétera—, que sean capaces de progresar en el conocimiento sistemático de la biodiversidad (Kim y Byrne 2006), lo que sólo puede alcanzarse si se observan unos sólidos principios teóricos y epistemológicos, y no por la simple aplicación de innovaciones tecnológicas (de Carvalho *et al.* 2008). También es necesario que los expertos en sistemática ya formados, investigadores meticulosos y de calidad, puedan desarrollar su labor en centros adecuados, como Universidades, herbarios, museos, etc. (de Carvalho *et al.* 2007). Igualmente, la taxonomía biológica debe ser reconocida como una ciencia robusta por sus pares y por quienes desarrollan las políticas científicas; de lo contrario, la taxonomía como la conocemos puede estar condenada a la extinción (Raven 2004).

En resumen, es necesario aumentar el número de expertos en sistemática y taxonomía, capaces de afrontar el reto de describir la biodiversidad que existe en la Tierra, y de hacer público ese conocimiento para el bien de la sociedad.

REFERENCIAS

- Acosta, L.E. 2007. Nomenclatura zoológica: oportunidades y desafíos en la era digital. *Rev. Soc. Entomol. Argentina* 66: 27-40.
- Alonso, A., Dallmeier, F., Granek, E. y Raven, P. 2001. *Biodiversity: Connecting with the Tapestry of Life*. Smithsonian Inst./Monitoring and Assessment of Biodiversity Program & President's Committee of Advisors on Science and Technology. Washington DC.
- Alroy, J. 2002. How many named species are valid? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99: 3706-3711.
- Chevalier, J., Cracraft, J., Grifo, F. y Meine, C. 1997. *Biodiversity, Science and the Human Prospect*. Center for Biodiversity and Conservation. American Museum of Natural History. New York.

- Chivian, E. (ed.) 2002. *Biodiversity: Its Importance to Human Health*. Center for Health and the Global Environment. Harvard Medical School. Harvard.
- Cracraft, J. 2002. The seven great questions of systematic biology: an essential foundation for conservation and the sustainable use of biodiversity. *Annals Missouri Botanical Garden* 89: 127-144.
- Crisci, J.V. 2006. Espejos de nuestra época: biodiversidad, sistemática y educación. *Gayana Botanica* 63: 106-114.
- de Carvalho, M.R., Bockmann, F.A., Amorim, D.S., de Vivo, M., de Toledo-Piza, M., Menezes, N.A., de Figueiredo, J.L., Castro, R.M.C., Gill, A.C., McEachran, J.D., Compagno, L.J.V., Schelly, R.C., Brito, R., Lundberg, J.G., Vari, R.P. y Nelson, G. 2005. Revisiting the taxonomic impediment. *Science* 307: 353.
- de Carvalho, M.R., Bockmann, F.A., Amorim, D.S., Brandão, C.R.F., de Vivo, M., de Figueiredo, J.L., Britski, H.A., de Pinna, M.C.C., Menezes, N.A., Marques, F.P.L., Papayero, N., Canello, E.M., Crisci, J.V., McEachran, J.D., Schelly, R.C., Lundberg, J.G., Gill, A.C., Brito, R., Wheeler, Q.D., Stiassny, M.L.J., Parenti, L.R., Page, L.M., Wheeler, W.C., Faivovich, J., Vari, R.P., Grande, L., Humphries, C.J., DeSalle, R., Ebach, M.C. y Nelson, G.J. 2007. Taxonomic impediment or impediment to taxonomy? A commentary on systematics and the Cybertaxonomic-Automation Paradigm. *Evol. Biol.* 3-4:140-143.
- de Carvalho, M.R., Bockmann, F.A., Amorim, D.S. y Brandão, C.R.F. 2008. Systematics must embrace comparative biology and evolution, not speed and automation. *Evol. Biol.* 35: 1-8.
- Delibes de Castro, M. 2005. *La Naturaleza en Peligro. Causas y Consecuencias de la Extinción de las Especies*. Destino. Barcelona.
- DeSalle, R., Egan, M.G. y Siddall, M. 2005. The unholy trinity: taxonomy, species delimitation and DNA barcoding. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 360: 1905-1916.
- Evenhuis, N.L. 2007. Helping to solve the "other" taxonomic impediment: Completing the Eight Steps to Total Enlightenment and Taxonomic Nirvana. *Zootaxa* 1407: 3-12.
- Flowers, R.W. 2007. Comments on "Helping to solve the "other" taxonomic impediment: Completing the Eight Steps to Total Enlightenment and Taxonomic Nirvana" by Evenhuis (2007). *Zootaxa* 1494: 67-68.
- Gaston, K.J. y May, R.M. 1992. Taxonomy of taxonomists. *Nature* 356: 281-282.
- Godfray, H.C.J. 2002. Challenges for taxonomy. *Nature* 417: 17-19.
- Godfray, H.C.J., Clark, B.R., Kitching, I.J., Mayo, S.J. y Scoble, M.J. 2007. The web and the structure of taxonomy. *Syst. Biol.* 56: 943-955.
- González Oreja, J.A. 2008a. The Encyclopedia of Life vs. the Brochure of Life: exploring the relationships between the extinction of species and the inventory of life on Earth. *Zootaxa* 1965: 61-68.
- González Oreja, J.A. 2008b. La ética y el medio ambiente. *Ciencias* 91: 4-15.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L. y de Waard, J.R. 2002. Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 313-321.
- Hull, D.L. 1970. Contemporary systematic philosophies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1: 19-54.
- Kim, K.G. y Byrne, L.B. 2006. Biodiversity loss and the taxonomic bottleneck: emerging biodiversity science. *Ecol. Res.* 21: 794-810.
- Lanteri, A.A. 2007. Código de barras del ADN y sus posibles aplicaciones en el campo de la entomología. *Rev. Soc. Entomol. Argentina* 66: 15-25.
- Lowry, P.P. 2001. A time for taxonomists to take the lead. *Oryx* 35: 243-274.
- Mace, G., Masundire, H. y Bailie, J. (coords). 2005. Biodiversity. Pp. 77-122. *En: Millennium Ecosystem Assessment: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group. Ecosystems and Human well-being*, Vol 1. Island Press. Washington.
- Mallett, J. y Willmott, K. 2003. Taxonomy: renaissance or Tower of Babel? *Trends Ecol. Evol.* 18: 57-59.
- May, R.M. 2002. The future of biological diversity in a crowded world. *Current Science* 82: 1325-1331.
- May, R.M. 2004. Tomorrow's taxonomy: collecting new species in the field will remain the rate-limiting step. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 359: 733-734.
- Meine, C. 1999. *Humans and Other Catastrophes: Perspectives on Extinction*. Center for Biodiversity and Conservation. American Museum of Natural History. New York.
- Méndez Iglesias, M. 2003. Avances en los métodos para la selección de reservas naturales ornitológicas. *El Draque* 4: 243-257.
- Raven, P.H. 2004. Taxonomy: where are we now? *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 359: 729-730.
- Sarkar, S. 2002. Defining "biodiversity"; assessing biodiversity. *The Monist* 85: 131-155.
- Sarkar, S., Pressey, R.L., Faith, D.P., Margules, C.R., Fuller, T., Stoms, D.M., Moffett, A., Wilson, K.A., Williams, K.J., Williams, P.H. y Andelman, S. 2006. Biodiversity conservation planning tools: present status and challenges for the future. *Ann. Rev. Environm. Resourc.* 31: 123-159.
- Schnack, J.A. y López, H.L. 2003. *Biodiversidad, Iniciativa Global y Elaboración de Inventarios*

- Sistemáticos*. Serie Técnica y Didáctica, N° 3. Probiota. Buenos Aires.
- Schweitzer, C.E. 2008. Paleontological systematics in the 21st century: we need more specialists and more data. *Paleontologia Electronica* 11: 4E:4p.
Disponible en internet en http://paleo-electronica.org/paleo/2008_2/commentary/systematics.htm.
- Simpson, B.B. y Cracraft, J.E. 1995. Systematics: the science of biodiversity. *BioSci.* 45: 670-672.
- Stork, N.E. 1997. Measuring global biodiversity and its decline. Pp. 41-68. En: Reaka-Kudla, M.L., Wilson, D.E. y Wilson, E.O. (eds), *Biodiversity II. Understanding and Protecting Our Biological Resources*. National Academy of Sciences. Joseph Henry Press. Washington DC.
- Wheeler, Q., Raven, P.H. y Wilson, E.O. 2004. Taxonomy: impediment or expedient? *Science* 303: 285.
- Wilson, E.O. 1994. *La Diversidad de la Vida*. Crítica. Barcelona.
- Wilson, E.O. 2003a. The encyclopedia of life. *Trends Ecol. Evol.* 18: 77-80.
- Wilson, E.O. 2003b. On global biodiversity estimates. *Paleobiol.* 29: 14.
- Wilson, E.O. 2004. The Linnaean enterprise: past, present and future. *Proc. Am. Phil. Soc.* 149: 344-348.

Información del Autor

J. A. González Oreja es biólogo de ecosistemas por la Universidad del País Vasco, y doctor en ciencias biológicas por la misma Universidad. Durante seis años y medio ha sido profesor de varias asignaturas de biología en la Universidad de las Américas Puebla (México), incluyendo biología evolutiva y sistemática. Como investigador, se interesa por el estudio de la estructura y el funcionamiento de comunidades, la biología y la ecología de la conservación (en especial de aves y mamíferos), y la ecología del estrés y la recuperación. Desde inicios de 2008 trabaja en el Departamento de Agroecosistemas y Recursos Naturales de Neiker.

Anexo 1.

El impedimento taxonómico, la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía, y la Declaración de Darwin

El impedimento taxonómico hace referencia a las lagunas que hay en el conocimiento taxonómico acumulado a lo largo del tiempo, en especial para determinados grupos de organismos, incluyendo los fósiles, y para ciertas áreas geográficas, en especial las tropicales. En efecto, es muy poco, por no decir nada, lo que se sabe sobre la taxonomía, la distribución, la biología o la genética de la mayoría de especies conocidas por la ciencia, por no mencionar las que aún no han sido descritas. Igualmente, el impedimento taxonómico se refiere a la insuficiencia de taxónomos con un mínimo nivel de experiencia, así como a la falta de cuidadores de colecciones biológicas, y a los efectos que tales carencias tienen en nuestra capacidad de gestionar de un modo racional los recursos naturales y de poder utilizar la biodiversidad.

La existencia del impedimento taxonómico pone de manifiesto la necesidad de movilizar recursos de todo tipo para mejorar la infraestructura, el entrenamiento, la investigación y el acceso a la información taxonómica disponible en diversos ámbitos de trabajo. Es esencial eliminar este impedimento para poder gestionar de modo adecuado los recursos bióticos disponibles en la Tierra. Urge aumentar el número y mejorar el nivel de los expertos en taxonomía, así como reforzar las infraestructuras disponibles para ejercer su labor con normalidad y continuidad, y así avanzar en el descubrimiento y entendimiento de las relaciones que se establecen entre los componentes de la biodiversidad. Esta perspectiva debería formar parte de las políticas y los programas que contribuyan a lograr un desarrollo sostenible y a conservar la diversidad biológica. Entre estos ámbitos se incluyen, como ejemplos, la agricultura, la silvicultura, la ganadería, la pesca, la gestión del hábitat (incluyendo la protección de las áreas naturales declaradas como tales), la producción de energía, la gestión de los usos del suelo, la educación medioambiental o el ecoturismo. Además, la perspectiva taxonómica tendente a disminuir el impedimento señalado debería estar contemplada en todos los programas diseñados para inventariar y evaluar los recursos bióticos de nuestros ecosistemas, así como los requerimientos ambientales a una escala más amplia.

El conjunto de acciones necesarias para resolver el impedimento taxonómico forma parte de lo que se conoce como Iniciativa Mundial sobre Taxonomía (en inglés, *Global Taxonomy Initiative*, GTI), propuesta en 1996 por la Tercera Conferencia de las Partes (COP3) del Convenio sobre la Diversidad Biológica, y tema importante durante la Cuarta (COP4). El propósito general de la GTI es eliminar, o por lo menos reducir, el impedimento taxonómico, para asegurar que se dispone de la información pertinente requerida para satisfacer los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Para avanzar en el desarrollo de la GTI, varias instituciones de relevancia internacional se reunieron en febrero de 1998 en Darwin (Australia), durante la COP4, para analizar la situación y formalizar un conjunto de recomendaciones y propuestas, conocidas con el nombre de Declaración de Darwin: “Suprimir el impedimento taxonómico”.

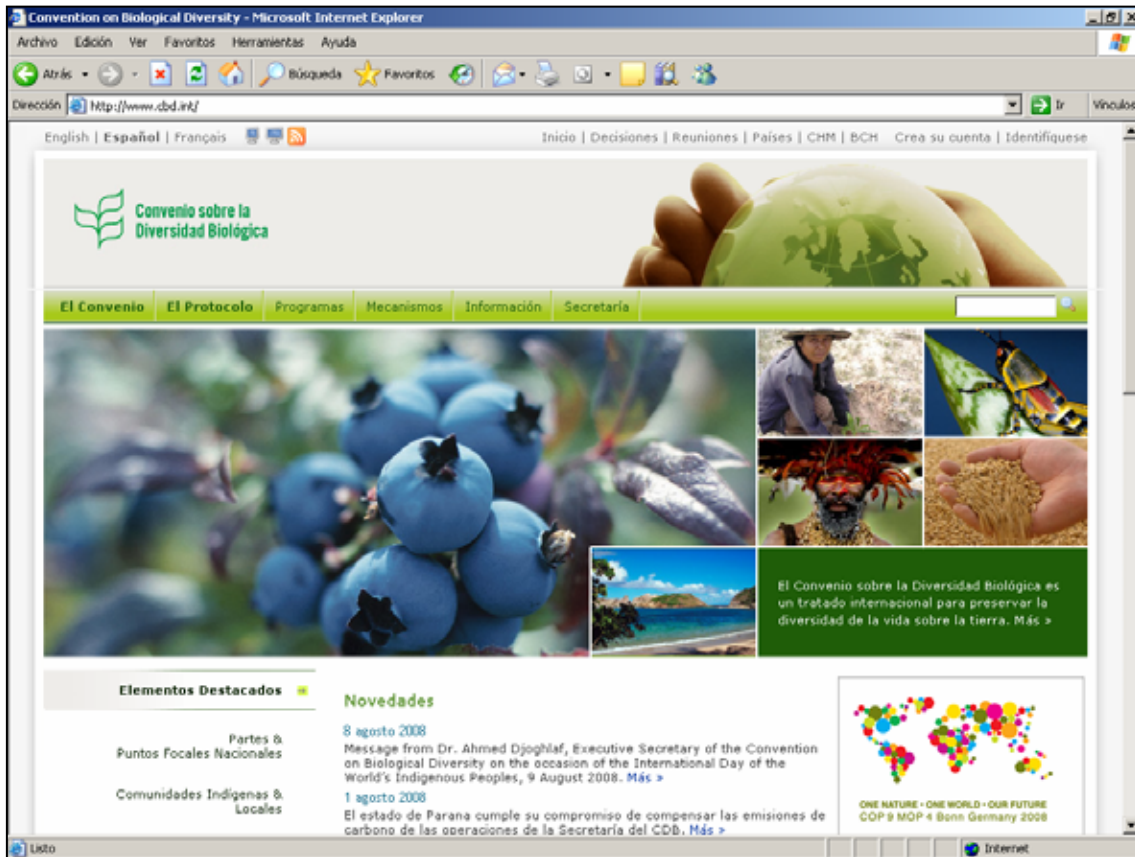
Como resultado de la reunión, se identificaron áreas prioritarias de trabajo y se propusieron respuestas a las necesidades existentes. El desarrollo real del Convenio sobre Diversidad Biológica requiere de la taxonomía al menos en tres grandes áreas, a saber: (1) identificación, evaluación y seguimiento o supervisión; (2) conservación, y (3) uso o utilización sostenible de la biodiversidad. En cada uno de estos bloques se identificaron un conjunto de actividades taxonómicas necesarias. Por ejemplo, para el elemento 1, la taxonomía es ineludible en las tareas de muestreos biológicos, recolección de muestras, desarrollo de métodos de evaluación rápida (mediante identificación de grupos indicadores, morfoespecies, o taxones de rango supraespecífico), inventarios de biodiversidad, etc. Para el componente 2, la taxonomía permite identificar los taxones que necesitan de planes de acción urgente en su conservación, así como compilar listas de especies amenazadas (clásicamente llamadas “listas rojas”), o proponer criterios para seleccionar áreas naturales protegidas con base en su riqueza de taxones, su riqueza de endemismos, su representatividad, etc. En fin, en lo tocante a la unidad 3, la taxonomía facilita identificar los recursos cosechables, integrar el conocimiento etnobiológico tradicional, o desarrollar una agricultura, horticultura o silvicultura sostenibles.

Estas consideraciones, y otras más incluidas en el original de la Declaración y sus modificaciones y añadidos posteriores, ponen en evidencia que la taxonomía es crucial para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. Sin embargo, este aspecto fundamental todavía no se ha presentado con la claridad suficiente a quienes crean y constituyen los mercados para los bienes y servicios que la taxonomía ofrece: a las agencias locales, nacionales e internacionales que financian la investigación, o al sector privado que necesita de los productos desarrollados por taxónomos, o a las instituciones de educación. En efecto, la visión predominante entre el público en general es que la taxonomía ha sido, y

todavía es, una ciencia con un comportamiento más bien introvertido. Por ello, la Declaración de Darwin considera que es totalmente necesario cambiar esta percepción errónea y reflejar la importancia de los puntos de vista antes presentados.

La Declaración de Darwin incluye un amplio conjunto de sugerencias para implementar en varios niveles de acción la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía, desde el individual o institucional, al de los gobiernos nacionales. Entre estas sugerencias merece destacarse la creación del *All Species Foundation* [Anexo 2].

☑ **Más información:** <http://www.cbd.int/>, y referencias allí dadas.



Anexo 2.

Proyectos e iniciativas internacionales para el desarrollo de la sistemática

1. *All Species Foundation*

La misión declarada de *All Species Foundation* (la Fundación para Todas las Especies, ALL como se simboliza en inglés) es simple, aunque difícil, por su total ambición: descubrir, describir y diseminar la información relativa a todas las especies vivas (*sic*) en el planeta Tierra... ¡y todo ello en la duración limitada de una generación humana, es decir, 25 años! Sólo así, dicen, será posible mejorar las capacidades para conservar de verdad la biodiversidad. Destacados líderes científicos en el estudio de la biodiversidad se han vinculado con mayor o menor intensidad con ALL, como Terry Erwin, de la *Smithsonian Institution*, Peter H. Raven, del *Missouri Botanical Garden*, o Edward O. Wilson, del *Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard*.

Es necesario coordinar esfuerzos entre taxónomos, biólogos, científicos de todo tipo, etc., para completar un amplio mapa de la diversidad biológica de todo el planeta, de todas las criaturas, y en un período de tiempo razonablemente corto. ALL catalizará los esfuerzos destinados a cubrir tales objetivos, para obtener uno de los mayores logros científicos de todos los tiempos. El descubrimiento de nuevas formas de vida se convierte en una aventura sin igual: la exploración de un planeta poco conocido, la Tierra.

El inventario de especies de ALL ofrecerá una lista completa de los seres con los que compartimos la Tierra. Lo que permitirá, entre otras cosas, contar con una base confiable para desarrollar un nuevo entendimiento de la naturaleza que nos rodea, descubriendo una infinidad de nuevas especies, muchas de las cuales tendrán valor económico, científico y cultural. Las oportunidades que ALL genera, relacionadas con la taxonomía, se centran en aumentar las labores de recolección, preservación y cuidado de las muestras de biodiversidad, en incrementar la escala y la calidad de las colecciones biológicas existentes, en desarrollar nuevas maneras de describir nuevas especies, y en organizar y diseminar la información así generada utilizando para ello nuevas tecnologías.

Más información: <http://www.all-species.org/>.

[Desgraciadamente, desde el 30/07/2008, la dirección está pendiente de renovación o eliminación de la web.]

2. Diversitas

El plan científico de *Diversitas* responde a una aproximación dinámica e integradora a la biodiversidad. La diversidad biológica cambia como resultado de numerosos factores, y a su vez influye en las sociedades humanas, que deben adaptarse a tales cambios. Entender y predecir estos cambios necesita de una mayor integración entre las disciplinas relacionadas. El programa *Diversitas* se desarrolló para arrojar luz sobre cómo la biodiversidad permite el desarrollo de la vida en la Tierra, sobre las consecuencias de la pérdida de diversidad en la supervivencia de los ecosistemas y de las propias sociedades humanas, y sobre cómo utilizar de un modo sostenible, y en su caso conservar, la biodiversidad. Busca establecer y coordinar redes de trabajo multidisciplinar a nivel internacional, formadas por científicos que investiguen en biodiversidad, y que se enfoquen a resolver las prioridades del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Las metas globales de *Diversitas* son promover una ciencia integradora de la biodiversidad, uniendo disciplinas biológicas, ecológicas y sociales en un esfuerzo por lograr un nuevo conocimiento socialmente relevante, y ofrecer las bases científicas para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. Para ello, entre otras cosas, es necesario sintetizar el conocimiento previo existente, identificar las carencias restantes y los temas emergentes de importancia global, promover nuevas iniciativas de investigación, y hacer llegar este conocimiento a los gestores y políticos en diferentes ámbitos de importancia.

La estructura de *Diversitas* gira en torno a tres proyectos centrales: (1) descubrir la biodiversidad y predecir sus cambios; (2) evaluar los impactos de tales cambios en la biodiversidad, y (3) desarrollar una ciencia de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

☑ **Más información:** <http://www.diversitas-international.org/>



3. *Species 2000*

Species 2000 es una “federación” de organizaciones que desarrollan bases de datos taxonómicas, que trabajan junto a sus principales usuarios, los taxónomos. El plan es crear un conjunto de bases de datos globales sobre taxonomía que cubran todas las especies presentes en los grupos principales de organismos, y la meta principal es enumerar todas las especies conocidas de seres vivos en la Tierra, ya sean microbios, hongos, plantas o animales.

Species 2000 se contempla como una ambiciosa estrategia para dar forma al Catálogo de la Vida, en el cual se indexen con un formato único y válido la totalidad de las especies descritas; éste índice podría ser utilizado después en labores de inventario y seguimiento de la diversidad biológica, así como puerta de entrada en internet a otras bases de datos sobre biodiversidad en todo el mundo, o como un catálogo lo más amplio posible en el que poder comprobar el estado, la clasificación y la nomenclatura de las especies. Para lograr estas metas, *Species 2000* mantendrá un sistema de acceso común, a través del cual localizar una especie a partir de su nombre, o producir un listado actualizado de la validez de la taxonomía de cierto grupo de organismos, o establecer un conjunto de uniones que conecten las entradas de cada especie con la información contenida en otras bases de datos sobre la misma.

Entre la información resumida para cada especie figuran el nombre científico aceptado como válido, sus sinónimos, sus nombres comunes, y su posición taxonómica más actualizada. Las bases de datos recopiladas hasta la actualidad en *Species 2000* pueden suponer el 50% de las especies descritas, por lo que aún resta un notable trabajo por realizar y cubrir así los taxones pobremente representados.

☑ **Más información:** <http://www.sp2000.org/>



4. The Tree of Life

The Tree of Life (El Árbol de la Vida; ToL, por sus siglas en inglés) es un proyecto de colaboración entre biólogos de todo el mundo basado en los recursos de internet, que ofrece información sobre la diversidad de organismos en la Tierra, su historia, y sus características.

Las metas esenciales de ToL consisten en ofrecer información útil a quienes la necesiten, sean biólogos o no, sobre grupos concretos de organismos, como claves de identificación, imágenes, árboles filogenéticos, etc. ToL es un proyecto sobre la diversidad de los organismos y los patrones filogenéticos que la han generado, no sobre clasificación.

Entre los objetivos de ToL están ofrecer un marco de trabajo común en el que publicar de modo electrónico información sobre la historia evolutiva y las características de todos los grupos de organismos, presentar una visión integrada de las relaciones evolutivas que unen a todos los seres vivos, o servir de herramienta educativa que ayude a apreciar la diversidad de los organismos desde un punto de vista filogenético.

☑ Más información: <http://tolweb.org/tree/phylogeny.html>.

