

Diversidad biológica

JOSÉ SARUKHÁN

1. ¿Cuántas especies hay en la tierra?

Entre los biólogos dedicados al estudio de la ecología de sistemas o de poblaciones y aquellos especialistas en biología de la conservación se comenta frecuentemente que, en contraste con lo que podríamos denominar como "mundo físico", el conocimiento que tenemos del otro mundo, el "biológico", es verdaderamente incipiente y, en consecuencia, muy incompleto. Veamos si no.

Se conocen con gran precisión los diámetros ecuatorial y polar de la tierra, la distancia media entre ésta y el sol y la masa de la luna; además, se tiene un cálculo bastante aproximado del número de estrellas en nuestra galaxia. Desde el siglo pasado ya no existe un rincón del planeta sin explorar; desde hace muchas décadas se cuenta con datos precisos sobre las características físicas y químicas de nuestra atmósfera y, más recientemente, se tiene información sobre los múltiples elementos que distinguen a los continentes y los mares a través de las permanentes observaciones que realizan los satélites artificiales que orbitan la tierra. En el otro extremo del "mundo físico", en el *micro*, se han medido con precisión números y tamaños de los átomos conocidos y de todas las partículas subatómicas. Un buen estudiante de física, que conozca el número de Avogadro, podría llegar a una razonable estimación del número de átomos que tiene esta entrega de la revista *Universidad de México*.

Los anteriores son algunos de los muchos ejemplos del grado de precisión y entendimiento que la humanidad ha alcanzado acerca de su "mundo físico". Y no solamente hay un elevado conocimiento en términos cuánticos del entorno físico; también es muy acertada la predicción que el hombre hace de cómo y cuándo ocurre la inmensa mayoría de los fenómenos físicos.

No sucede lo mismo con los componentes biológicos del ambiente en el que vive el hombre, a pesar de que se encuentran, a diferencia de los ejemplos antes mencionados, en un

entorno mucho más restringido espacialmente y en escalas mucho más cercanas a las de los seres humanos.

Si nos hacemos la más elemental de las preguntas acerca de ese mundo biológico: ¿cuántas especies de organismos hay en la tierra?, no podremos contestarla ni siquiera en el orden de magnitud más cercano. Las estimaciones varían entre diez millones y cien millones de especies y son solamente eso: estimaciones.

Varios biólogos, entre ellos el reconocido entomólogo Edward O. Wilson, han estimado el número de especies *conocidas*, es decir, aquellas que han sido "bautizadas" con un binomio latino (su acta de nacimiento científica) y se encuentran depositadas en algún museo del mundo. Wilson (1988) calcula que existen nominadas un poco más de 1.4 millones de especies vegetales, animales y de microorganismos. La mayoría de los biólogos evolucionistas opinan que esta cifra representa menos de diez por ciento de las especies que realmente viven en el planeta.

Una agencia de las Naciones Unidas (PNUMA) ha promovido, recientemente, una Evaluación Global de la Biodiversidad, que calcula que el número de especies conocidas es de 1.75 millones y el total posible de especies fluctúa entre siete millones y veinte millones.

A principios de la década de los ochentas, Terry Erwin (1982), un entomólogo del Instituto Smithsonian, desarrolló un método para capturar insectos que viven en las copas de los árboles de la selva de Panamá (a 30-50 m de altura), que consiste en fumigar, controladamente, con insecticida los árboles para coleccionar, unas horas después, los insectos que caen al suelo. A partir del número de especies de coleópteros (grupo de insectos en el que Erwin es especialista) que encontró en sus muestreos, el autor calcula que deben existir cerca de treinta millones de especies de artrópodos en las zonas tropicales del mundo. Otros estudios, realizados con métodos similares a los de Erwin, llevados a cabo en selvas del sureste de Asia y en bosques de Inglaterra y Sudáfrica, estiman que debe haber cerca de diez millones de especies de artrópodos en el mundo.

NÚMERO DE ESPECIES CONOCIDAS
TOTAL DE ESPECIES, 1 413 000

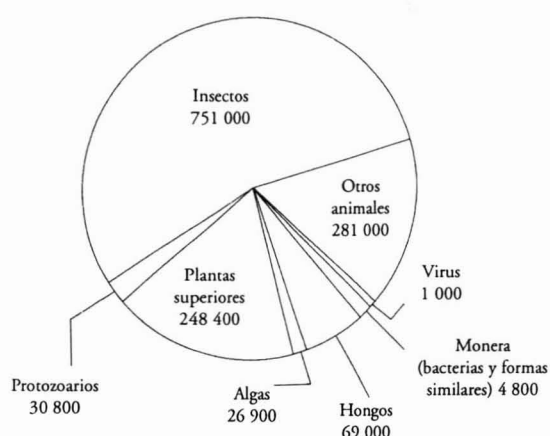


Fig. 1 Distribución de las especies conocidas entre los principales grupos de organismos, según E. O. Wilson (1988)

Más de la mitad de las especies conocidas son artrópodos (cerca de 875 mil), es decir, todos los animales como los insectos, arácnidos y crustáceos, que tienen cuerpos quitinosos y articulados. De ellos, casi noventa por ciento está conformado por el grupo de los insectos (Fig. 1). Se calcula, asimismo, que existen unas doscientas cincuenta mil especies de plantas superiores, de las cuales las angiospermas (plantas con flores) representan casi noventa por ciento (220 mil).

Las anteriores son estimaciones hechas a partir de muestreos de campo y producto del grado de conocimiento que se tiene de diversos grupos de organismos. Evidentemente están sujetas a una serie de suposiciones no comprobadas, debidas justamente a la falta de conocimiento taxonómico, en particular, de los insectos. Cualquier variación en el supuesto porcentaje que un grupo representa respecto a un total medianamen-

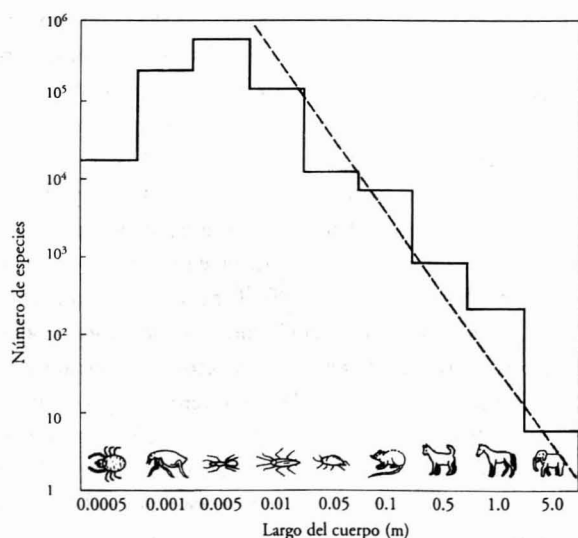


Fig. 2 Relación entre el tamaño del cuerpo del organismo y el número de especies de animales terrestres correspondientes a cada tamaño. May (1990)

te conocido, produce modificaciones muy importantes en el cálculo final. Sin embargo, Robert May (1990) realizó un cálculo teórico basado en la relación entre el tamaño del cuerpo de los animales terrestres y el número de especies terrestres conocidas correspondientes a tales tamaños. May graficó el número de especies como una función de su tamaño en una escala log-log y encontró una regresión casi lineal, con una pendiente cercana a menos dos, que predice en total un número cercano o mayor a los diez millones de especies de *animales terrestres* (Fig. 2). Si tomamos en cuenta que muchas de las especies menos conocidas de animales terrestres son precisamente las de tamaños más inconspicuos, y que May solamente se refiere a especies de animales terrestres, veremos que sus datos refuerzan los cálculos empíricos que sugieren números totales de especies en la región de las decenas de millones.

Gracias a los estudios más recientes acerca del fondo marino, J. Frederick Grassle (1991) concluye que deben existir en ese medio —que antes se pensaba como un “desierto” que presenta bajas temperaturas y oscuridad casi total y donde tiene lugar una enorme presión— decenas de millones de especies animales, la mayor parte de ellas minúsculos invertebrados.

Tratándose de bacterias y de otros microorganismos nuestro desconocimiento es verdaderamente colosal. Aparte de los problemas debidos a su pequeñísimo tamaño y su presencia en casi cualquier parte del planeta, resulta una tarea muy complicada catalogar científicamente estos organismos y cultivarlos en medios controlados para estudiarlos adecuadamente. Por su prodigiosa disposición para reproducirse y su vida muy corta son capaces de generar nuevas especies con relativa frecuencia. Un par de biólogos noruegos, J. Goksoyr y V. Torsvik (1990), trataron de definir cuántas especies de bacterias existían en el suelo de un bosque noruego, usando técnicas de hibridación de ADN del material bacteriano colectado. El resultado fue que en un gramo de suelo de dicho bosque había entre cuatro mil y cinco mil especies de bacterias, un número muy similar a otro que reporta un estudio hecho en sedimentos riparios, también en Noruega, pero con una bajísima repetición de especies entre los dos sitios. Si esto ocurre en dos lugares relativamente cercanos, con climas no muy distintos, ¿qué se espera encontrar en suelos y climas tan diferentes como los de un bosque tropical, una sabana o un manglar? Y ya no hablemos de la miríada de bacterias especializadas que viven en simbiosis estricta con cada uno de los millones de organismos animales y vegetales que existen en la tierra (Buchner, 1965).

Pero no nos quedemos con la impresión de que especies inconspicuas, bacterias y otros microorganismos, son las únicas que faltan por descubrir. Hace doce años se descubrió una especie, *Nanalaricus mysticus*, que resultó ser tan diferente de cualquier otro animal conocido hasta la fecha, que constituyó un nuevo *Phylum* de organismos (Loricifera), equi-

valente al *Phylum* de los vertebrados o al de los artrópodos. Esta nueva categoría de animales se vio constituida por numerosas nuevas especies, descubiertas subsecuentemente en hábitats similares al de la primera especie. Desde 1942 no se había descubierto una nueva familia de plantas superiores. Hace menos de diez años, Esteban Martínez, del Instituto de Biología de la UNAM, descubrió, en la selva chiapaneca, una nueva especie vegetal: *Lacandonia schismatica*, que constituyó una nueva familia de plantas. La última familia de plantas identificada se descubrió en 1991 (*Ticodendraceae*); se distribuye desde los Chimalapas en Oaxaca hasta Panamá.

Todos estaremos de acuerdo con que los cetáceos son animales de tamaño bastante conspicuo. Pues bien, la famosa "vaquita" (*Phocoena sinus*) del Golfo de California, ahora protegida por estar en peligro de extinción, fue descubierta en 1958. Hace cuatro años, en 1991, se descubrió una nueva especie de ballena en aguas del Perú (Ralls y Brownell, 1991).

Hasta ahora he mencionado únicamente lo referente a la diversidad de especies. Pero ésta no es la única variabilidad biológica. A todo lo anterior debemos añadir la que existe dentro de cada especie, que es resultado de la recombinación genética propia de los organismos que se reproducen sexualmente. Esta variabilidad genética es la "materia prima" sobre la que actúan los procesos evolutivos y que da como resultado la creación de nuevas especies.

La única conclusión que podemos sacar de los datos anteriores es que el número real de especies de animales, plantas, bacterias y otros microorganismos en la tierra es extremada-

mente grande; que desconocemos más de noventa por ciento de éstas y que estamos aún muy lejos de estimar ese número, siquiera con alguna aproximación aceptable.

2. La diversidad biológica en México

En las últimas dos décadas se ha despertado en todas las sociedades un creciente interés por los asuntos de tipo ecológico, tanto locales como de orden global. Debido a esto, ya no resulta tan novedoso comentar que México se encuentra entre los países (cuatro o cinco) con mayor número de especies en su territorio.

En efecto, México, con solamente 1.5% del área total de la masa continental, cuenta con 10% de las especies de plantas y de animales terrestres conocidas. Nuestro país posee el número más alto de especies de reptiles (717); ocupa, además, el segundo lugar, después de Indonesia, en la concentración de especies de mamíferos terrestres (455) y el cuarto de anfibios (282) y de plantas superiores (cerca de veintiséis mil) [Fig. 3]. En cuanto a insectos, organismos marinos, hongos y microorganismos, nuestro desconocimiento es tal que no hay manera de saber qué proporción de ellos se encuentra en nuestro territorio.

Prácticamente todos los biomas existentes en el mundo se hallan en México. ¿Cuál es la causa de esta enorme riqueza biológica? En realidad son varias y en síntesis mencionaré las más relevantes. Una muy importante es la situación geográ-

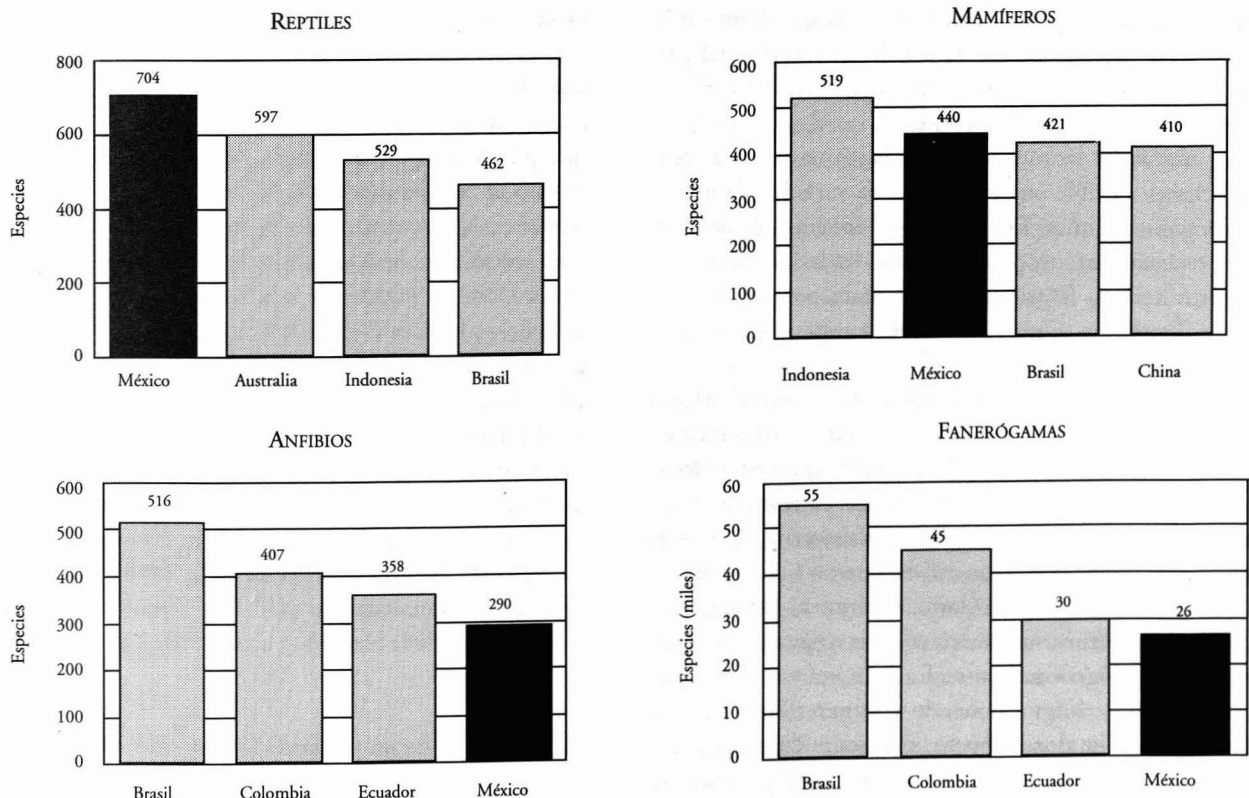


Fig. 3 Número de especies en México y en otros países de alta diversidad biológica. Según Mittermeier (1992); Arita & León (1993) y Flores (1993)

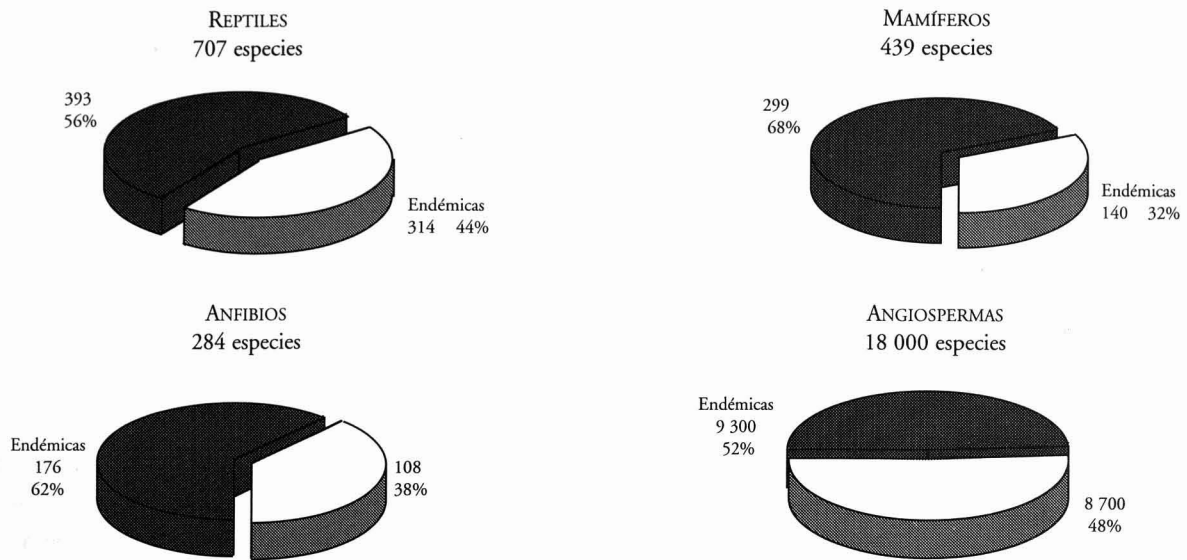


Fig. 4 Número de especies endémicas en algunos grupos taxonómicos de México. Según Mittermeier & Mittermeier (1992) y Rzedowsky (1991)

fica (latitudinal) de nuestro territorio. México está situado entre la región boreal y la región tropical, constituyéndose así en una especie de híbrido de estas dos grandes zonas, por lo que comparte con ellas muchas especies. Su cercanía con la región antillana ha hecho posible que también se desarrollen en su territorio muchas de las especies típicas de esta zona.

Otra causa de gran importancia es su historia geológica, que lo hace poseedor de regiones de edades muy diversas y de gran variedad de sustratos geológicos. Aunado a esto, se encuentra una topografía variadísima en la que dominan las accidentadas sierras que corren a lo largo y ancho del país, con la excepción de la amplia planicie costera del Golfo de México y la península de Yucatán.

La ubicación latitudinal, las extensas costas y la topografía hacen posible una extraordinaria variedad de macroclimas y microclimas. En nuestro país tenemos desde clima mediterráneo hasta tropical húmedo; desde los más cálidos desiertos hasta la frígida tundra, pasando por todo tipo de climas templados. Cada barranca de nuestras sierras puede presentar un microclima particular.

Al ser un puente entre las zonas boreal y tropical, México ha sido también punto final o lugar de tránsito de numerosas migraciones debidas a grandes cambios climáticos ocurridos en las diferentes eras geológicas. En el más reciente de dichos cambios, en los periodos glaciales del Pleistoceno, muchas especies de la región norte (boreal) emigraron hacia el sur y se establecieron en nuestro territorio. Al terminar la glaciación y subir la temperatura, numerosas especies tropicales (de origen amazónico) emigraron al norte. En estos ir y venires de animales y plantas, varias regiones de nuestro territorio actuaron como refugios, en donde muchas especies pudieron permanecer a pesar de los grandes cambios climáticos subsecuentes. Todas estas transformaciones se llevaron a cabo durante decenas de miles de años, tiempo suficiente para que en estos refugios

evolucionaran especies diferentes a las originales. Éste fue un factor decisivo para la existencia en nuestro país de un enorme número de especies de la flora y la fauna, entre éstas, las múltiples especies que son exclusivas de México.

Una especie es endémica de un lugar cuando es exclusiva de éste, es decir, cuando no se encuentra en ningún otro. Cerca de la mitad de las especies de plantas superiores, de los reptiles y los anfibios de México son endémicas de nuestro país. Lo mismo se aplica a una tercera parte de los mamíferos mexicanos (Fig. 4).

Se han realizado esfuerzos importantes para el conocimiento de la flora y la fauna mexicanas, de investigadores e instituciones tanto del país como del extranjero, pero hay todavía una gran tarea por delante en lo que se refiere al conocimiento de la biota mexicana, ya que, fuera de los vertebrados terrestres, la mayor parte de los grupos de animales y vegetales tan sólo es conocida limitadamente.

La UNAM ha jugado un papel central en el conocimiento de la flora y la fauna mexicanas desde 1929. Constituida en depositaria nacional de colecciones científicas de animales y plantas, ha contado en el pasado, de la misma manera que en el presente, con el personal dedicado a la investigación en taxonomía y sistemática más grande del país. El Instituto de Biología en particular, pero también el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, la Facultad de Ciencias y el Centro de Ecología, llevan a cabo la labor de exploración, recolección y sistematización de animales y plantas, así como la investigación de la biología y ecología de éstos.

3. Niveles en los que se mide la diversidad biológica

Los biólogos miden la diversidad biológica en varios "niveles":

Diversidad alfa. Ésta corresponde simplemente al número de especies de un mismo grupo (por ejemplo arañas) que se encuentran en una localidad, digamos, diez hectáreas de un bosque de encinos.

Diversidad beta. Se refiere a la tasa a la que aumenta el número de especies a medida que se realizan muestreos en diferentes hábitats. Por ejemplo, al pasar del bosque de encinos a una pradera adyacente, a un bosque de pinos, etcétera.

Diversidad gamma. Corresponde a la totalidad de especies presentes en una gran región, por ejemplo, la República mexicana.

Éstas son las divisiones que podríamos llamar "ortodoxas" en el estudio de la biodiversidad. Como ya mencioné anteriormente, habría que añadir lo concerniente a la diversidad genética, que es de dimensiones literalmente astronómicas, especialmente cuando se calcula la diversidad de nucleótidos presente en los individuos de cada especie.

Un asunto más, que en mi opinión debería considerarse, aun cuando se refiere a una situación que no es resultado única y directamente de la evolución orgánica, es la *diversidad cultural* del hombre. Me parece muy relevante porque se encuentra, al menos en principio, íntimamente ligada a la diversidad biológica en el sentido estricto al que me he referido en este trabajo. En efecto, el sustrato fundamental de la riqueza de las culturas humanas consiste en la relación de éstas con el ambiente en el que se desarrollaron, en especial, con los elementos de la flora y la fauna y el ambiente físico que las afectan. No es sorprendente, en este orden de ideas, que muchas de las culturas y civilizaciones antiguas más ricas y variadas se hayan originado en regiones de muy alta diversidad biológica. Ejemplo de ello son las civilizaciones de China, India y el sureste de Asia y las civilizaciones de Mesoamérica, en especial la olmeca y la maya. En todas ellas se presenta una filosofía muy propia de la relación con el medio

natural basada en el conocimiento y el respeto profundos de la naturaleza. Desde luego, hay que puntualizar que las civilizaciones surgidas en el área del Mediterráneo no se apegan a este esquema.

Un resultado directo de tales interacciones entre sociedad y recursos biológicos es la "invención" de las plantas cultivadas y el desarrollo paralelo de una cultura tecnológica: la *agricultura*. La región mesoamericana, de una colosal riqueza biológica, es proveedora de una enorme variedad de plantas cultivadas que alimentan en la actualidad a millones de seres humanos. Algunos ejemplos de ello son las muchas variedades de maíz, frijol, calabaza, chile, aguacate, jitomate, cacao, tabaco y vainilla.

La cantidad de conocimiento de la fauna y, especialmente, de la flora adquirida en esta región encuentra un parangón solamente en la India, en China y en partes del sureste asiático. Los grupos indígenas de México conocen y utilizan una enorme variedad de plantas para diferentes fines, especialmente alimenticios y medicinales. Se estima que cerca de veinticinco por ciento de las especies de plantas superiores de México tienen algún uso (Tabla 1). La medicina herbolaria mexicana es una de las más ricas del mundo, un mundo en el que, según la Organización Mundial de la Salud, 85% de sus habitantes aún recurre a las plantas medicinales. Sin embargo, la enorme riqueza del conocimiento que poseen los grupos indígenas de nuestro país se encuentra, al igual que muchas de las plantas, en peligro de desaparición, debido a los procesos de "aculturización" tan intensos que experimentan todos estos grupos, entre otras cosas, por su desplazamiento a los centros urbanos.

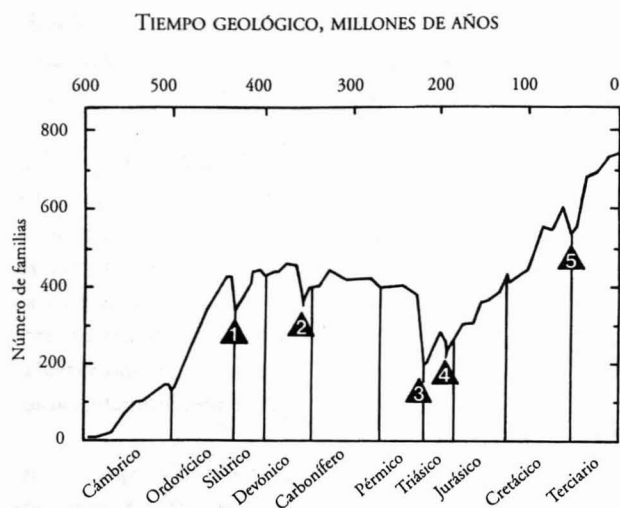
4. ¿Cómo conservar la diversidad biológica con la que contamos?

En la historia paleontológica de nuestro planeta han tenido lugar varias extinciones masivas (Fig. 5). Desconocemos cuáles fueron las causas de estas extinciones, quizás con excepción de la ocurrida hace unos sesenta y cinco millones de años, que provocó la desaparición de los dinosaurios y el inicio del florecimiento de los mamíferos y las aves. El cataclismo que produjo tal extinción al parecer consistió en el choque de un gran objeto celeste con un punto en el norte de lo que ahora es la península de Yucatán. El choque, equivalente a una monstruosa explosión nuclear, produjo un cráter de cerca de doscientos kilómetros de diámetro y una enorme cantidad de polvo que oscureció la atmósfera de la tierra por un largo periodo y cambió drásticamente el clima del mundo y, en consecuencia, las condiciones ambientales que permitían la existencia de esos enormes reptiles.

La aparición de los homínidos en la tierra —nuestros ancestros inmediatos—, hace menos de cuatro millones de años, coincide con el momento registrado de mayor riqueza biológica en la historia del planeta. El hombre entra como

TABLA 1
NÚMERO DE ESPECIES UTILIZADAS
Y NOMBRADAS ENTRE ALGUNOS GRUPOS INDÍGENAS DE MÉXICO
(Tomado de Caballero y Mapes, 1985)

Grupo étnico	Especies presentes	Especies nombradas y utilizadas
Tarahumaras (Chihuahua)	1 000	398
Seri (Sonora)	2 703	516
Nahuas y otros (Veracruz)	8 500	1 597
Purhépecha (Michoacán)	500	230
Mayas (Yucatán)	1 936	909
Tzeltales (Chiapas)	10 000	1 040



1. Ordovícico tardío (-12%), 2. Devónico tardío (-14%), 3. Pérmico tardío (-52%)
4. Triásico tardío (-12%), 5. Cretácico tardío (-11%)

Fig. 5 Periodos de extinción masiva de invertebrados y vertebrados marinos a través del tiempo geológico. Modificado de McNeely *et al.*, 1990.

un actor postrero a una magna obra teatral, pletórica de personajes y de historia. En coincidencia, el hombre aparece también aproximadamente a la mitad del periodo en que habrá vida en este planeta, o sea que en unos tres mil millones o cuatro mil millones de años más, nuestro sol —la única fuente de energía de la tierra— se habrá convertido en una estrella enana roja para extinguirse tiempo después; durante este proceso se habrá extinguido la vida tal como la conocemos.

A pesar de que constituyen una máxima riqueza, las especies que hoy existen no representan más de uno por ciento del total de especies que han existido durante esa larga historia de cuatro mil millones de años. Éste es un dato revelador ya que si bien es cierto que diversos grupos de especies en diferentes condiciones presentan tasas naturales de evolución y de extinción conocidas, y que la extinción de las especies es un destino inevitable, el cual sólo unas cuantas logran eludir por más tiempo, también es cierto que ninguna de estas tasas de extinción es tan alta como la que el ser humano, por el crecimiento demográfico, la actividad industrial y el desarrollo social, está produciendo actualmente. De seguir este proceso de extensa modificación de los ecosistemas naturales, el hombre será la causa de la extinción masiva más severa en los más de cuatro mil millones de años de historia terrestre.

Habrà quien cuestione la importancia de perder, digamos, la mitad de las especies que hoy existen; o incluso, quien piense que la amplia gama de tecnologías que el hombre genera será la respuesta a los posibles problemas para la vida humana que una extinción de esa magnitud conllevaría.

Existen diversas razones que deberían ser motivo suficiente para que la humanidad diera pasos más firmes hacia la conservación del riquísimo patrimonio biológico de nuestro planeta. Algunas de tales razones —las más “vendibles” a la condición utilitarista del hombre— son de naturaleza económica. Por ejemplo, se puede mencionar la gran cantidad

de organismos —la mayoría vegetales, aunque también hay casos entre los animales— que han sido utilizados por la industria farmacéutica o que potencialmente son materia prima para la elaboración de nuevos fármacos. Este potencial es particularmente importante ahora que las grandes compañías farmacéuticas transnacionales han volcado —de nueva cuenta— su interés hacia la exploración de la gran riqueza florística de las zonas tropicales. Otro ejemplo lo constituye la utilización de plantas para la industria alimentaria, cuya atención se concentra principalmente en las zonas de mayor riqueza florística, esto sin mencionar el enorme reservorio de variabilidad genética presente en las formas silvestres de muchas plantas cultivadas por el hombre.

Otras razones que también deberían despertar el interés de la sociedad se refieren a los numerosos “servicios” que prestan los ecosistemas naturales, aunque éstos no son tan fácilmente mensurables en su aspecto económico. Los “servicios” van desde la absorción del óxido de carbono de la atmósfera y convertirlo en oxígeno, manteniendo la vida —incluida la nuestra— en las condiciones que la conocemos en el planeta, hasta la conservación de los acuíferos y sistemas hidrológicos de los que depende la existencia de zonas agrícolas, urbanas e industriales. ¿Quién puede calcular el valor económico de individuos que constituyen poblaciones, las cuales se encuentran asociadas y organizadas para conformar un ecosistema que es responsable de los “servicios” anteriormente mencionados? ¿Quién puede calcular los costos de un desequilibrio severo en un ecosistema, a causa de la extinción de especies clave, cuyo efecto es la reducción de la capacidad de absorción de la escorrentía ocasionada por la lluvia y la drástica disminución de los acuíferos que alimentan una ciudad en franco proceso de crecimiento y sin posibilidades de “importar” agua?

Finalmente hay otras razones que ya no tienen nada que ver con criterios económicos —al menos no directamente— pero que en mi opinión son también importantes; se refieren a los aspectos psicológicos y de desarrollo anímico del hombre.

Las sociedades primitivas vivían en contacto íntimo con una enorme cantidad de formas de vida. Sus mentes tan sólo podían asumir de manera parcial el reto que esto significaba; sin embargo se esforzaban intensamente por entender las partes más relevantes y que más les concernían de este complejo mundo, con una plena conciencia de que cuando se actuaba correctamente frente a este reto se generaba vida y bienestar y que los errores producían enfermedad, hambre y muerte. Era un proceso que podríamos describir como implacable pero natural, de relación del ser humano con su ambiente. La impronta de ese esfuerzo, que se llevó a cabo por decenas de miles o cientos de miles de años, no pudo haberse borrado en las poquísimas generaciones que representan nuestra existencia moderna y urbana, prácticamente de los últimos dos siglos.

¿Es ya tarde para llevar a cabo acciones concretas y efectivas para la protección de áreas de especial importancia por su riqueza biológica y/o su endemismo? La respuesta es un

no categórico. Es cierto que la situación es crítica en algunos aspectos y en algunos lugares, aunque también es cierto que en los últimos años se ha obtenido una mayor claridad y conciencia en torno a estos fenómenos y que, en consecuencia, se han dado algunos pasos importantes para aminorar por lo menos la tasa de destrucción o de extinción de muchísimas especies. Cientos de voces y de organismos ejercen presión para que los gobiernos actúen al respecto. Sin embargo, es claro que falta mucho por hacer y le corresponde a nuestra generación y a las venideras no cejar en la lucha por salvar la vida, tal como la conocemos, en nuestro planeta.

Existen diversas formas de preservación de las especies que se aplican en diferentes países. Podemos dividirlos en dos grupos que corresponden a dos grandes estrategias, no excluyentes.

La primera consiste en mantener a individuos de especies fuera de su zona de origen (*ex situ*), a veces en condiciones de crioconservación (principalmente colecciones de semillas, embriones, tejidos u órganos), o a unos cuantos individuos maduros en zoológicos, acuarios o jardines botánicos. Aunque ésta es una forma de conservación en la que se tiene ya mucha experiencia y ha sido efectiva para proteger a algunas especies en peligro extremo de extinción, es claro que presenta limitaciones muy importantes en lo que se refiere a la capacidad de conservar un gran número de individuos, de especies y, especialmente, de poblaciones, comunidades y ecosistemas que constituyen —y que son los que le dan valor a— la diversidad biológica.

Una segunda estrategia consiste en preservar regiones o porciones de las mismas con uno o varios ecosistemas que sean importantes por el gran número de especies que contienen, por el endemismo que éstas presentan, o bien por su importancia ecológica y los “servicios” que prestan a una comunidad humana. Esta conservación *in situ* es obviamente la más adecuada y eficaz y debería ser la más fácil de realizar; sin embargo, frecuentemente resulta la más difícil de lograr por los múltiples intereses que afectan a las regiones. Menos de 4.5% de la superficie terrestre del planeta está protegida por algún tipo de esquema legal (parque nacional, reserva de la biosfera, estación biológica, etcétera); esta porción se encuentra dividida en multiplicidad de pequeños territorios, en riesgo constante de sufrir modificaciones.

Desde luego, a este tipo de áreas protegidas habría que dedicarle el máximo de los esfuerzos para incidir seriamente en la conservación —e incluso en la recuperación— de la diversidad biológica. Comprar grandes zonas para su protección, aunque se antoja como lo más efectivo y directo, no resulta lo más adecuado aún en el caso de los países desarrollados que cuentan con los recursos para hacerlo; en éstos, además, la presión social sobre las áreas es relativamente baja y hay esquemas legales de preservación que funcionan satisfactoriamente. En los países menos desarrollados económicamente, poseedores de la mayor parte de la riqueza biológica, donde hay una gran presión demográfica sobre la tierra y mayores necesidades de desarrollo económico, ésta es una estrategia poco viable, si no es que imposible.

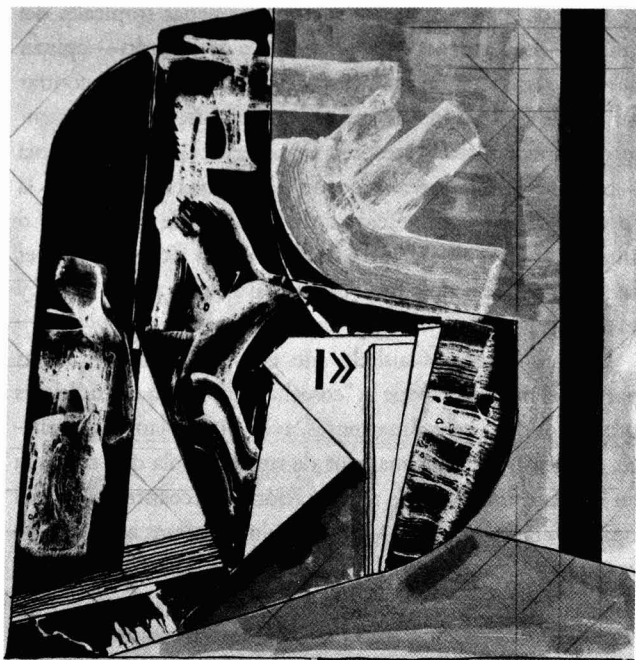
Muchos ecólogos que trabajan en las zonas tropicales del mundo —con quienes estoy plenamente de acuerdo— opinan que lo más adecuado para proteger estas zonas es encontrar formas de explotación de las mismas que ofrezcan un sustento económico a sus poseedores, la conservación del ecosistema —o al menos la preservación de la estructura arbórea de la comunidad— y la protección de la fertilidad de sus suelos. Lo anterior no es nada fácil pero mucho menos fácil será reponer las selvas o los bosques una vez que hayan sido perturbados, y ya no digamos recuperar especies desaparecidas.

Existen ejemplos aislados de tales esfuerzos en varias partes del mundo; desde la “cosecha” cuidadosa de múltiples productos de la selva (mariposas, aves, hule, plantas de ornato, etcétera) hasta los manejos de tipo silvícola que se basan en el proceso natural de regeneración del ecosistema. En mi opinión, tales esquemas, en verdad interesantes aunque sólo apuntan a algunas de las formas en que se puede, simultáneamente, conservar un ecosistema y obtener provecho económico de ello, tienen como principal reto el mantenimiento de un mercado permanente y predecible para los productos resultado de ese manejo conservacionista. El gran obstáculo que dichos esquemas de producción enfrentan —y que se antoja irremontable— es la lucha contra la competencia de una economía de libre circulación de las mercancías, contra las grandes corporaciones industriales que dominan los mercados y que no tienen interés alguno por este tipo de productos o formas de producción, y contra la falta total de incentivos fiscales y económicos aplicados por los gobiernos para el mantenimiento de estos sistemas productivos.

Mientras no haya un giro radical que supere estos obstáculos, pienso que los esquemas conservacionistas de utilización de los ecosistemas estarán severamente limitados y no tendrán posibilidades de reproducirse en muchas otras partes del mundo. Ésta es un área de acción bien definida y de responsabilidad para los gobiernos de los países que, como el nuestro, son poseedores de ese recurso inmensamente importante: la diversidad biológica.

5. La humanidad y la biodiversidad: una relación indisoluble

A pesar del enorme avance de la ciencia, las sociedades modernas no acaban de entender que el hombre es producto de un proceso de evolución orgánica originado hace aproximadamente cuatro mil millones de años y que, en consecuencia, comparte los elementos del código genético que lo caracterizan con todos los seres vivos actuales y con los que han vivido durante todo este tiempo. Los nucleótidos de nuestros genes llevan impreso, en alguna parte, un trozo de las miles de millones de historias que las especies antes que nosotros vivieron. En palabras de Edward O. Wilson, la humanidad ha coevolucionado con el resto de la vida en este planeta; nuestros genes no registran las características de otros mundos.



Hay, si no en la concepción, al menos sí en el comportamiento de la mayoría de la gente, una actitud que pareciera borrar de tajo ese cúmulo de años de convivencia del hombre con su medio; ésta procede como si tuviera todo el derecho de usufructuar desmesuradamente el planeta, en la misma forma como un turista lo hace con su centro vacacional.

No se sabe si el proceso de evolución orgánica (u otro similar) que ocurrió en este planeta haya tenido lugar también en otros objetos astronómicos del universo. En cualquier caso, lo cierto es que el futuro del hombre en la tierra y, en consecuencia, en el universo, depende de él mismo y de nadie más. Ninguna otra especie terrestre, hasta donde sabemos, ha emergido del proceso de evolución orgánica con el poder y la capacidad del ser humano no sólo de entender este proceso del cual es producto, sino de modificarlo profundamente, ya sea por una incipiente habilidad, como la de éste, para crear nuevas especies, o por una infinitamente mayor y demostrada capacidad para exterminarlas al cambiar profundamente el ambiente en el que se desarrollan. Al modificar abruptamente este proceso de miles de millones de años el hombre pone en sus manos no solamente el futuro del gran número de especies que lo han acompañado en su evolución, sino, como ya dije, también el futuro de sí mismo.

Al poner en práctica la capacidad de modificar su ambiente de la manera como lo ha hecho, el hombre amenaza el escenario mismo del cual es un actor más. ¿Podrá haber representación teatral sin escenario, sin contexto, sin otros actores fundamentales, soporte del papel del ser humano en la obra?

La vida en la tierra no se extinguirá hasta que nuestro sol se extinga. No importa qué atroz cataclismo se desate por la acción del hombre —que pudiera hacer desaparecer la especie humana o reducirla a condiciones de deterioro social, cultural y físico que ahora se nos antojan totalmente inaceptables y propias de una película de ciencia ficción, la vida, el proceso

de variación biológica sujeta a las fuerzas de selección natural, a las mutaciones, continuará y tomará rumbos impredecibles, creando nuevas formas y permitiendo nuevas adaptaciones maravillosas al ambiente propio del futuro. Mientras exista energía solar y pueda ser captada y transformada por organismos en la tierra, la vida en el planeta no cesará, con *Homo sapiens* o sin él.

El espíritu que nos distingue del resto de los organismos de la tierra se originó en el mismo escenario evolutivo en el que la diversidad biológica se ha desarrollado por miles de millones de años. Negar la necesidad imperiosa de la preservación de tal escenario evolutivo es equivalente a negar el origen de ese espíritu. ♦

Referencias bibliográficas

- Arita, H. T. y L. León, 1993, "Diversidad de mamíferos terrestres", en *Ciencias*, 7:13-22.
- Buchner, P., 1965, *Endosymbiosis of Animals with Plant Microorganisms*, Interscience Publishers, Wiley, Nueva York, pp. 271-272.
- Caballero, J. y C. Mapes, 1985, "Gathering and Subsistence Patterns among the Purhepecha Indians of Mexico", en *Journal of Ethnobiology*, 5(1):31-47.
- Erwin, T., 1982, "Tropical Forests: Their Richness in Coleoptera and other Arthropod Species", en *Coleopterists' Bulletin*, 36(1):74-75.
- Flores, O., 1993, "Riqueza de los anfibios y reptiles", en *Ciencias*, 7:33-42.
- Goksoyr, J., et. al., 1990, *Applied and Environmental Microbiology*, 56(3):776-781, 782-787.
- Grassle, J. F., 1991, "Deep-Sea Benthic Biodiversity", en *BioScience*, 41(7):464-469.
- May, R. M., 1990, "How Many Species?", en *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, ser. B*, 330:293-304.
- McNeely, T., et. al., 1990, *Conserving the World's Biological Diversity*, WRI, CI, WWF-US, the World Bank, Gland, Switzerland and Washington, D. C., p. 39.
- Mittermeier, R. A. y C. G. Mittermeier, 1992, "La importancia de la diversidad biológica de México", en Sarukhán, J. y R. Dirzo (eds.), *México ante los retos de la biodiversidad*, Comisión Nacional de Biodiversidad, México, pp. 63-73.
- Ralls, K., y R. L. Brownell Jr., 1991, "A Whale of a New Species", en *Nature*, 350:560.
- Rzedowski, J., 1993, "Diversity and Origins of the Phanerogamic Flora of Mexico", en Ramamoorthy, T. P., et al., *Biological Diversity of Mexico*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 129-144.
- Selander, R. K., 1978, "Genetic Variation in Natural Populations: Patterns and Theory", en *Theoretical Population Biology*, 13(1):121-177.
- Wilson, E. O. y F. M. Peter (eds.), 1988, *Biodiversity*, National Academy Press, Washington, D. C., pp. 3-18.