



BIODIVERSIDAD, EXTINCIONES Y

Por:

FERNANDO FERNANDEZ C.
Universidad Nacional de Colombia

JULIO MARIO HOYOS
Pontificia Universidad Javeriana

DANIEL RAFAEL MIRANDA E.
Universidad Nacional de Colombia

UNO DE LOS TEMAS más importantes en la biología es el de la especie; también es uno de los más polémicos. La palabra especie define un marco de referencia para todos aquellos implicados en asuntos biológicos; como metáfora oscurece o aclara la comunicación entre estas disciplinas. Así, el problema de una definición adecuada de especie no sólo afecta las áreas más obvias de la biología para el concepto -la sistemática y la evolución- sino cualquiera otra disciplina que de una u otra forma necesite una clara diferenciación de una unidad real de definición y trabajo. Entre

estas, se encuentran aquellas disciplinas de la biología que tienen que ver con el estudio de la diversidad biológica (Biodiversidad) y la de su desaparición (Extinción). Estos dos temas han adquirido tal interés que han salido de sus límites académicos para invadir otras esferas, como la política, los programas conservacionistas, los medios de comunicación, la música... y casi que cada aspecto de nuestra cotidianidad. El asunto de la conservación de las especies (y de sus hábitats) ocupa ahora un lugar altamente prioritario en las agendas de los gobiernos de muchos países y las organizaciones no oficiales.

tereses, se tejen intrincadas tramas y se manejan grandes cifras en dinero y poder electoral. El problema subyacente a la biodiversidad -la conservación- ha sido uno de los aspectos más polémicos y preocupantes que ha enfrentado a gobiernos, conservacionistas, colonos e indígenas. Llevado a las graves situaciones de pobreza e inmoralidad de las gentes y gobiernos de nuestros países tropicales, el problema de la preservación de las especies y ecosistemas adquiere dimensiones difícilmente manejables.

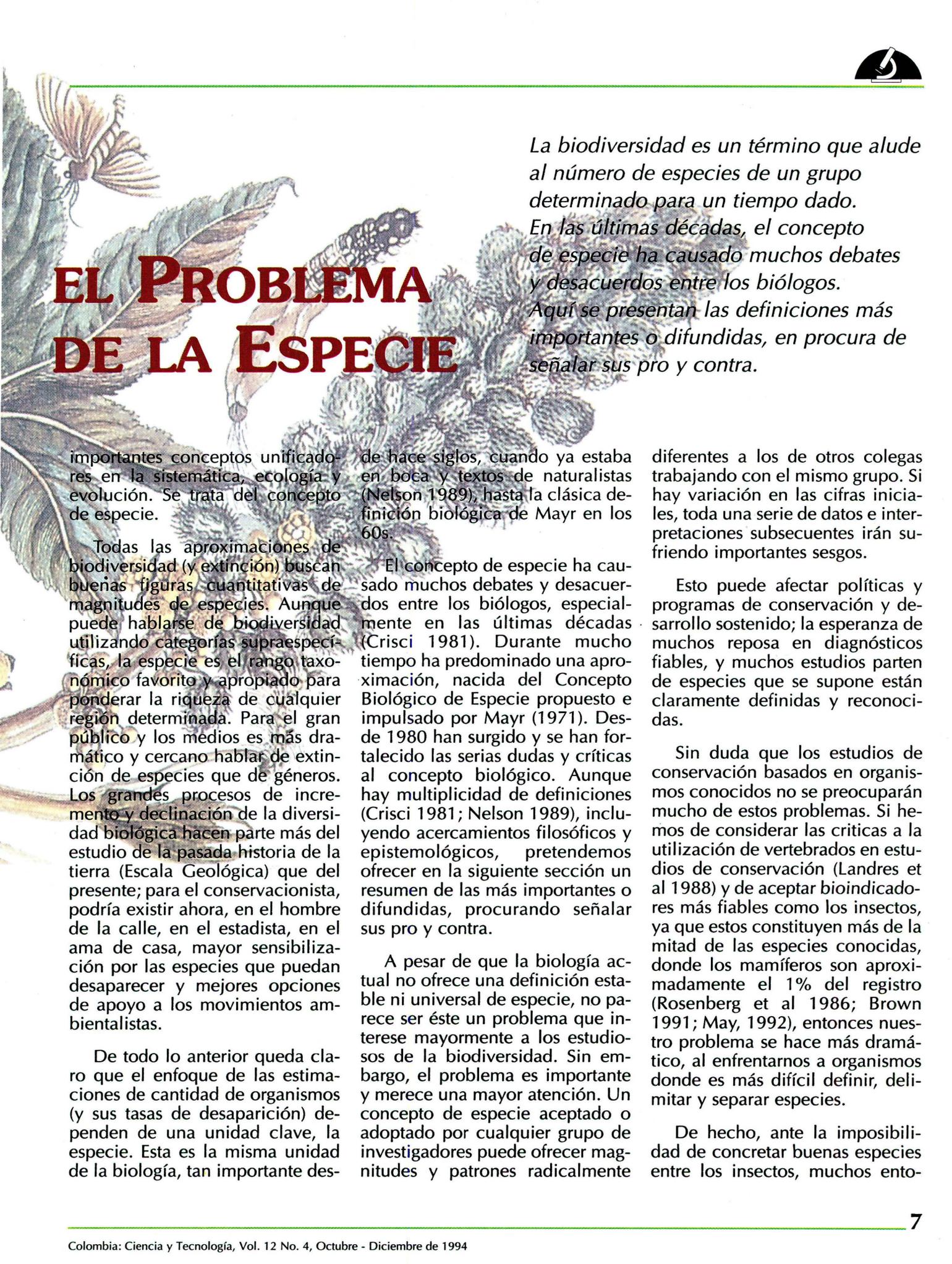
La desaparición de las especies es su extinción, proceso irreversible (Marshall 1988). Entre más retrocedemos en el tiempo, más imprecisa es nuestra idea sobre las magnitudes y procesos de extinción de las antiguas biotas. Paradójicamente, es también muy difícil hacer buenas estimaciones de los actuales procesos de extinción debido al mismo problema que también aqueja a los estudios de Biodiversidad. No se trata tan sólo de problemas metodológicos de estimaciones de especies por área, sobre lo cual hay varias propuestas y estimaciones (Erwin 1982; Perry 1984; May 1986, 1992; Hodgkinson & Casson 1991; Codrington et al., 1991); los problemas tienen que ver aún más profundamente con uno de los más

La Biodiversidad es un término que alude al número de especies (o cualquier otro taxa) de un grupo determinado o en un lugar determinado para un tiempo dado. Es ya común oír hablar sobre la gran riqueza de especies en los trópicos, y algunos lugares específicos se han hecho famosos por sus altos registros de diversidad (Wilson 1988; Brown 1988). La Biodiversidad es un concepto que sirve a los intereses del biólogo, del conservacionista, del líder indígena, del político: sin embargo, es muy posible que cada uno considere distintos aspectos del mismo tema. En torno a la mega-biodiversidad se mueven muchos in-



Pez marino de los arrecifes coralinos. ¿Ojos que no ven o manchas que confunden?

Fotografía tomada por Roberto Quiñones.



EL PROBLEMA DE LA ESPECIE

importantes conceptos unificadores en la sistemática, ecología y evolución. Se trata del concepto de especie.

Todas las aproximaciones de biodiversidad (y extinción) buscan buenas figuras cuantitativas de magnitudes de especies. Aunque puede hablarse de biodiversidad utilizando categorías supraespecíficas, la especie es el rango taxonómico favorito y apropiado para ponderar la riqueza de cualquier región determinada. Para el gran público y los medios es más dramático y cercano hablar de extinción de especies que de géneros. Los grandes procesos de incremento y declinación de la diversidad biológica hacen parte más del estudio de la pasada historia de la tierra (Escala Geológica) que del presente; para el conservacionista, podría existir ahora, en el hombre de la calle, en el estadista, en el ama de casa, mayor sensibilización por las especies que puedan desaparecer y mejores opciones de apoyo a los movimientos ambientalistas.

De todo lo anterior queda claro que el enfoque de las estimaciones de cantidad de organismos (y sus tasas de desaparición) dependen de una unidad clave, la especie. Esta es la misma unidad de la biología, tan importante des-

de hace siglos, cuando ya estaba en boca y textos de naturalistas (Nelson 1989), hasta la clásica definición biológica de Mayr en los 60s.

El concepto de especie ha causado muchos debates y desacuerdos entre los biólogos, especialmente en las últimas décadas (Crisci 1981). Durante mucho tiempo ha predominado una aproximación, nacida del Concepto Biológico de Especie propuesto e impulsado por Mayr (1971). Desde 1980 han surgido y se han fortalecido las serias dudas y críticas al concepto biológico. Aunque hay multiplicidad de definiciones (Crisci 1981; Nelson 1989), incluyendo acercamientos filosóficos y epistemológicos, pretendemos ofrecer en la siguiente sección un resumen de las más importantes o difundidas, procurando señalar sus pro y contra.

A pesar de que la biología actual no ofrece una definición estable ni universal de especie, no parece ser éste un problema que interese mayormente a los estudiosos de la biodiversidad. Sin embargo, el problema es importante y merece una mayor atención. Un concepto de especie aceptado o adoptado por cualquier grupo de investigadores puede ofrecer magnitudes y patrones radicalmente

La biodiversidad es un término que alude al número de especies de un grupo determinado para un tiempo dado.

En las últimas décadas, el concepto de especie ha causado muchos debates y desacuerdos entre los biólogos.

Aquí se presentan las definiciones más importantes o difundidas, en procura de señalar sus pro y contra.

diferentes a los de otros colegas trabajando con el mismo grupo. Si hay variación en las cifras iniciales, toda una serie de datos e interpretaciones subsecuentes irán sufriendo importantes sesgos.

Esto puede afectar políticas y programas de conservación y desarrollo sostenido; la esperanza de muchos reposa en diagnósticos fiables, y muchos estudios parten de especies que se supone están claramente definidas y reconocidas.

Sin duda que los estudios de conservación basados en organismos conocidos no se preocuparán mucho de estos problemas. Si hemos de considerar las críticas a la utilización de vertebrados en estudios de conservación (Landres et al 1988) y de aceptar bioindicadores más fiables como los insectos, ya que estos constituyen más de la mitad de las especies conocidas, donde los mamíferos son aproximadamente el 1% del registro (Rosenberg et al 1986; Brown 1991; May, 1992), entonces nuestro problema se hace más dramático, al enfrentarnos a organismos donde es más difícil definir, delimitar y separar especies.

De hecho, ante la imposibilidad de concretar buenas especies entre los insectos, muchos ento-



mólogos se refieren a éstas simplemente como “morfoespecies” o “fenos”. Se dice que los insectos constituyen un 85% de la diversidad biológica del planeta, y que casi todos están en los frágiles trópicos (Wilson 1988). El hacer aproximaciones y estudios basándonos en inventarios con organismos cuyos estados taxonómicos no conocemos, que raya casi en la ciencia-ficción.

Hemos armado un gigantesco edificio de conocimiento biológico arropado de impresionantes masas de datos y estadísticas, diagnósticos y propuestas. Pero este edificio se basa en unos pilares muy débiles, como lo es nuestro entendimiento de la especie. El edificio sigue creciendo en altura (nuestra progresiva acumulación de datos sobre biotas), pero las bases se hacen cada vez más débiles. Esta debilidad no es sólo el problema de un sólido entendimiento de la especie, sino nuestra falta de acuerdo sobre las definiciones propuestas. El caos subyace dentro de nuestro muy difícilmente logrado orden.

LAS DEFINICIONES DE ESPECIE

Históricamente la primera definición de especie es la tipológica debida básicamente a Aristóteles y reelaborada por Teofrasto. Bajo esta visión los organismos integrantes de la especie eran copias de un “tipo ideal” el cual representaba la esencia del grupo. Esta idea ha imperado por lo menos durante dos mil años y su mayor aporte se encuentra en los **tipos** u organismos (en algunos casos únicos) que repre-

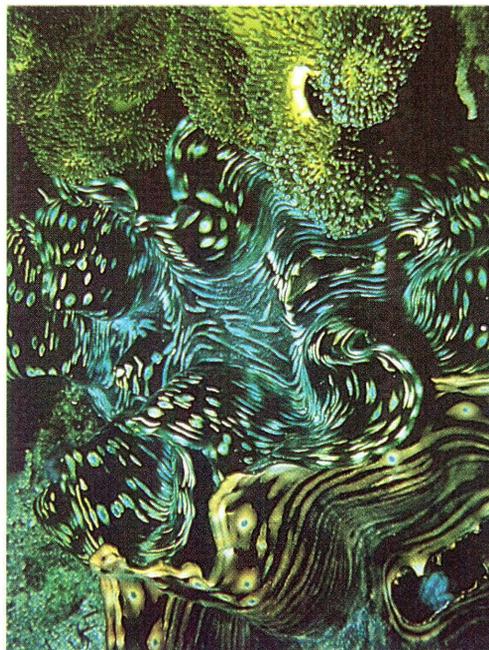
sentan el eidos, sobre el cual se realizan las comparaciones para determinar si se está hablando de la misma especie. Esta posición no contempla los procesos evolutivos, por lo que se adecua más a una descripción estática de los seres vivos.

Las dos definiciones tradicionalmente más citadas sobre especie son las de Simpson y Mayr. Para Simpson (1961) una especie es **aquel conjunto de poblaciones que comparten un destino evolutivo común**. Esta definición tiene un alto valor teórico al enfatizar el principal proceso unificador en la biología: la evolución. El destino evolutivo común de una población (o un grupo de ellas) sin duda es la forma más natural de agruparlas y diferenciarlas de otras. Sin embargo, la definición se encuentra con un gran problema a la hora de diferenciar en la práctica aquellas poblaciones que “compartan una evolución común”, donde el status se decide por la cohesión fenotípica dentro

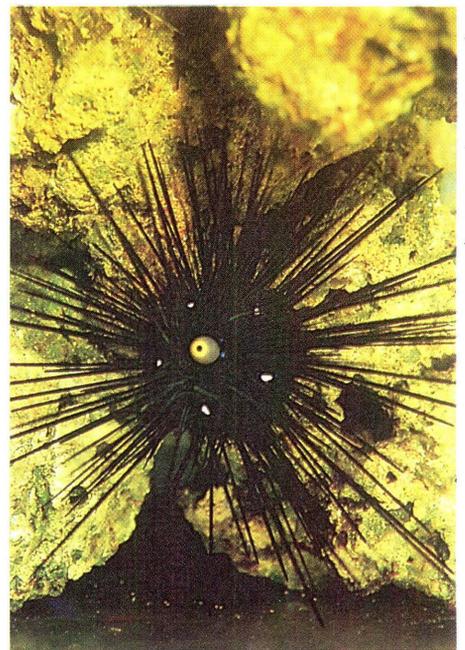
del grupo y por la discontinuidad entre grupos. Esta aproximación de Simpson, conocido como el **concepto evolutivo de especie**, ha tenido un valor más académico que empírico en la biología y sistemática, debido a su ambigua aplicación.

Para Mayr (1971) **una especie es aquel conjunto de poblaciones que comparten un mismo lugar y están reproductivamente aisladas de otras**. Esta es la definición **biológica de especie** (BSC en inglés) que vino a ser la definición “oficial” en la biología, evolución, sistemática, biogeografía y otras ramas de la ciencias por varias décadas.

Desde un comienzo muchos biólogos han observado importantes limitaciones a esta definición, limitaciones que han abierto el camino a otros acercamientos al problema de la especie. La BSC no se aplica a animales unisexuales (o asexuales). Una definición que se basa en el aislamiento reproductivo no tiene sentido en po-



Molusco gigante del indopacífico: convivencia de animal y microscópicas algas que viven en su tejido.



Erizo de mar: representante de los equinodermos (del Latín piel con espinas).

Fotografías tomadas por Roberto Quiñones.

blaciones autoduplicantes. Es inoperante para los fósiles que son el objeto de los estudios de los paleontólogos, debido a la naturaleza inerte de éstos. No se aplica a especies partenogenéticas; la partenogénesis es común en muchos grupos de invertebrados y en algunos vertebrados.

Existen muchas “buenas especies” que hibridizan fácilmente en laboratorio y eventualmente en la naturaleza. Estas son las singámicas o especies que pueden cruzarse. Esto viola la definición biológica de Mayr pues significa que pueden existir especies claramente diferenciadas y diagnosticables que no han creado barreras reproductivas con otras cercanas.

Según los cladistas, la BSC es inoperante para análisis filogenéticos. Conceptos como superespecie, especie politípica y subespecie, pueden estar enmascarando procesos de especiación y expansión geográfica al “obligar” a ajustar los datos a las limitaciones de

estos conceptos (Cracraft 1987, 1989).

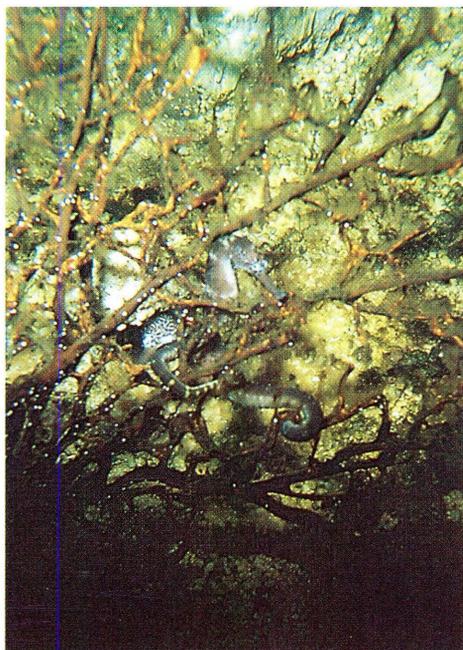
Lejos de ser un concepto generador de hipótesis y acercamientos empíricos para procesos evolutivos, la BSC vino a convertirse en una limitante para cualquier nuevo acercamiento al problema de las especies y su dinámica, en opinión de Templeton (1989) la BSC confunde un producto -el aislamiento- con el proceso -la especiación-.

Hacia los 80s un nuevo clima permitió generar una mayor libertad de críticas al concepto biológico de especie. La amplia expansión del cladismo generó en sus adherentes la necesidad de crear un nuevo concepto acorde con esta nueva escuela. Aquí surge la definición filogenética de especie (PSC), representada por Eldredge & Cracraft (1980) y Cracraft (1983, 1989) así: “Una especie filogenética es un conjunto basal e irreductible de organismos diagnosticablemente distintos de otros conjuntos, y dentro del cual hay

un patrón parental de ancestro y descendiente”. La PSC provee un concepto unitario de especie delimitable a través de los distintos caracteres y el criterio es consistente al ser aplicado a especies de distintos grupos filogenéticos. En opinión de Nixon & Wheeler (1990) esta definición clarifica las diferencias entre filogenia y tokogenia (que se refiere a la relación ancestro-descendiente entre organismos. Por ejemplo madre-hija (uniparental); madre-hija-padre (biparental)), macroevolución y microevolución, caracteres y tendencias, sistemática y biología de poblaciones. Sobre esta base son comparables los taxa sexuales y asexuales e implica una serie de dilemas al estimar la diversidad del número de especies.

Unida a la metodología cladista esta parece ser una definición más funcional, confiando en los caracteres diagnósticos que la definen y en su cohesión reproductiva. Esta definición puede parecer una nueva versión de la evolutiva de Simpson y la tipológica de los

esencialistas, al enfatizar los lazos ancestro-descendiente y los caracteres diagnósticos que posea la especie. Sin embargo los cladistas insisten en que es algo novedoso, o por lo menos consideran que es una definición operacional que recoge los dos criterios básicos que se le asignan a la especie: ser individuo evolutivamente (Sensu Hull, 1976) y poseer rasgos que permitan su clara delimitación. La gran ventaja de esta definición es también su gran dilema. Al ser una definición operativa, que permite reconocer y definir los grupos por cualquier característica, desde morfológica hasta molecular-



El caballito de mar es un pez que se caracteriza por su diversidad de formas y su habilidad para el camuflaje.



mente, se corre el riesgo que se subestime la variación intraespecífica y se llegue a considerar cualquier población como una especie. De hecho se requiere un mayor conocimiento de la genética, distribución geográfica y demografía del grupo, para poder valorar claramente las distintas variaciones y no mezclarla con la concepción tipológica Aristotélica.

Hacia 1985 H.H. Patterson, en un simposio sobre Especiación en Suráfrica propuso un nuevo acercamiento y definición, **el concepto de especies por reconocimiento** ("Recognition Concept of Species"). Para Patterson, una especie es la población más **inclusiva de organismos biparentales que comparten un mismo sistema de fertilización**. Esto es un paso adelante sobre la BSC pues no se limita al aislamiento reproductivo. Pero sigue sin ser funcional para organismos asexuales y partenogénicos.

La divulgación de las memorias del encuentro sobre "Especiación y sus Consecuencias" permitió a Templeton (1989) proponer una nueva definición y enfoque al problema. Se trata de su concepto cohesivo de especie ("Cohesive species concept"). Para Templeton **una especie es el conjunto más inclusivo de organismos que comparten los mismos mecanismos de cohesión fenotípica**. Estos son factores genéticos y demográficos compartibles. Esta definición es más universal que las anteriores, pues, además de los biparentales, incluye formas asexuales y singámicas. Además, renuncia a definir una especie simplemente por sus mecanismos de aislamiento.

La definición de Templeton tiene importantes consecuencias. Puede separar especies, por ejemplo, por una ocupación diferencial de nicho, o por cualquier otra

La biodiversidad es un término que alude al número de especies de un grupo determinado. También es un concepto que sirve a los intereses del biólogo, del conservacionista, del líder indígena, del político.



diferencia observable en las poblaciones. Muchas especies con atributos ecológicos diferentes, pero que se crucen, no constituirían problemas para esta definición. Lo mismo podría decirse de un cambio en el patrón de comportamiento, en los hábitos diurnos o nocturnos. Como todas las definiciones anteriores su dificultad se presenta al definir la potencialidad para intercambio genético y/o demográfico, porque indica establecer una regla subjetiva para la pertenencia al grupo, ya que en la práctica la cohesión fenotípica se asume como criterio pero no se demuestra.

Endler (1989) en el capítulo final y quizá conclusivo del seminario de "Especiación y sus Consecuencias", plantea que el concepto de especie no puede ser aplicado como un monosema (con un único sentido), y que dependiendo del grupo o la pregunta, se aplican diferentes versiones que de hecho cambian en el tiempo. Sobre este punto, Cracraft (1987) considera que no puede existir una teoría general de la evolución que use la palabra especie como unidad, concepto que presenta muchos defensores tales como Ehrlich (Ehrlich & Holm, 1962; Ehrlich & Raven, 1969) y en cierto aspecto Nelson (1989).

Con respecto a la palabra especie no sólo se han discutido las distintas definiciones, sino que también se han involucrado otras percepciones. Desde la publicación del artículo de Ghiselin en 1974 se ha generado una amplia discusión, no sólo para los biólogos, sino que ha trascendido para convertirse en un dilema que involucra a filósofos y epistemólogos, porque implica la visión de la especie como una entidad cohesiva con propiedades que nos permiten diferenciarla del resto de objetos (la concepción de la especie como átomo), al ser visualiza-

da como un individuo o ser una reunión de objetos por una serie de propiedades. La segunda consideración indica que las especies al ser simples colecciones de objetos pueden tener varias historias y que en el sentido estricto no existe patrón o evolución que genere la diversidad actual, y que nuestros postulados de origen y estructuración son en esencia incorrectos y por lo tanto deben también ser replanteados.

Nuestra percepción del mundo biológico esta mediatizada por los rangos taxonómicos (la especie uno de ellos), por las relaciones de parentesco (que influyen la escogencia de tópicos de investigación), y la interpretación de los resultados. Eventualmente la discusión ligada a especie, su reconocimiento, definición, conservación y las dificultades inherentes, no son un problema semántico, es la mecánica para preservar la diversidad y por lo tanto de definir qué tipo de ambiente deseamos.

La definición que se acepte -o se adopte- está implicando importantes consecuencias en los procesos que intenten incorporarse al entendimiento de la especiación en cada grupo. Por ejemplo, el rango de aplicación de la definición de especie de Templeton, desde formas asexuales hasta formas singámicas, implica un campo de acción de la selección natural más fuerte hacia estas últimas formas, o la concepción de la especie como patrón o como proceso. Ya que la especie es un componente atemporal de un patrón histórico, la entidad es un producto de la evolución, no uno de sus determinantes (Liden & Oxelman, 1989).

Una clara definición de especie no es un asunto académico. Posee enormes consecuencias prácticas. Por ejemplo en el conocimiento y combate de plagas de

A pesar de que la biología actual no ofrece una definición estable ni universal de especie, no parece ser éste un problema que interese mayormente a los estudiosos de la biodiversidad. Sin embargo, el problema es importante y merece una mayor atención.



la agricultura, de parásitos de plantas y animales, de formas beneficiosas, en la identificación de especies vectoras. Un ejemplo ilustrativo se plantea a partir del trabajo de Millest (1989, 1990) donde se encuentran diferencias en el patrón de coloración de larvas de una especie transmisora de Onchocerciasis: *Simulium metallicum*. Esta variación esta asociada a las diversas citoespecies que se distribuyen parapátricamente (en distintas zonas geográficas). Si la definición de especie fuese diferente, por ejemplo se utilizase el concepto filogenético de especie (PSC) en lugar de la BSC, estas serían especies válidas a partir de los caracteres morfológicos y la diferenciación citológica sólo se necesitaría para casos de simpatria (en la misma zona geográfica).

Igualmente, la teoría y la práctica de la Biodiversidad y las Reservas pueden sufrir un dramático efecto ante la pasmosa multiplicación de las especies y de las extinciones. De adoptarse en la práctica estas nuevas definiciones de especies, los biólogos y ambientalistas seguramente deben replantear sus estrategias.

La definición de la jerarquía taxonómica también ostenta una connotación legal. En Estados Unidos, la sub-especie, (un rango jerárquicamente inferior al de especie, pero que también esta sujeto a discusión) posee, bajo el acta federal de especies en peligro, status legal (Mattoni, 1989). En estos momentos, es posible que el Ministerio del Medio Ambiente, genere una nueva reglamentación de manejo de la Biodiversidad. Si se considera que las especies, y no los rangos inferiores son las unidades evolutivas, las cuales pueden estar o no amenazadas, distintas definiciones y caracterizaciones de especies indicarán distintos riesgos de extinción. Si consideramos la BSC, y el grupo



¿Planta o animal? Pepino de mar, color tomate en estado de reposo (Holoturoideo, Echinodermata).

es polimorfo y se extiende desde Colombia hasta Argentina, la extinción de un grupo en Colombia no indicaría mucho; pero utilizamos la PSC y el grupo colombiano es reconocido como especie, “generaría” una extinción de la especie y no de una población determinada, lo cual implica dos cosas totalmente distintas.

Aunque este artículo trata sobre definiciones y reconocimiento ligados a la **especie**, es también importante resaltar que de acuerdo con la concepción de esta, se plantean las relaciones de parentesco que también nos permitan percibir la biodiversidad y que sirven como guía en las decisiones de preservación y de evaluación de las extinciones (Patterson & Smith, 1989). En algunos casos los programas de conservación están muy bien intencionados y poseen gran cantidad de recursos, pero pueden generar resultados inesperados y lejos de lo deseable al desconocer el transcurso de la posición del organismo y sus relaciones de parentesco. El ejemplo más claro lo traza el caso del gorrión pardo marino. El último ejemplar

murió el 16 de julio de 1987 en un zoológico en Disneylandia cerca a Orlando, Florida. Estas aves fueron descubiertas en 1872 y fueron clasificadas en la subespecie *Ammodramus maritimus nigrescens*, debido a su color. Hacia 1980 sólo se encontraban seis individuos, todos machos, debido a la urbanización de su hábitat. Como la población estaba extinguiéndose se creó un programa cruce artificial para salvar los genes de la subespecie. El programa de conservación implicaba el apareamiento de los machos de la sub-especie en extinción con hembras de la sub-especie más cercana disponible; las hembras híbridas de la primera generación serían retrocruzadas con los machos originales y se continuaría este proceso hasta que los machos muriesen. El problema crítico de tal programa era la selección de las hembras de la sub-especie más cercana filogenéticamente; en *E. maritimus* existían ocho sub-especies “disponibles”. Basados en los caracteres morfológicos y de comportamiento se seleccionó la subespecie *A. m. peninsulæ*.

Como consecuencia de tal decisión se cruzaron los machos de *nigrescens* como hembras de *peninsulæ*, se hicieron además dos retrocruces exitosos y la población estaba en apareamiento con la esperanza de que algún día se obtuviese la reconstrucción de la sub-especie. Para determinar si la escogencia de hembra había sido correcta, Avis & Nelson (1989) compararon el patrón de enzimas de restricción mitocondrial que muestra que, en lugar de reconstruir una subespecie se ha creado una nueva subespecie. El desconocimiento de la taxonomía y la sistemática del grupo por parte de los grupos de conservación hecho al traste las buenas intenciones originales.

Luego el problema de la diversidad y su nexa a la palabra especie, no es simple, ni siquiera soluble en el corto plazo; sólo un esfuerzo conjunto de todos los lados implicados por construir un lenguaje común nos puede permitir encontrar la respuesta.