

REFLEXIONES EN TORNO A LA BIOLOGIA COMPARADA

por Jorge V. Crisci

Departamento Científico de Plantas Vasculares y Laboratorio de Sistemática y Biología Evolutiva (LASBE),
Museo de La Plata, Paseo del Bosque, 1900 La Plata

RESUMEN

La Biología Comparada es el estudio científico de la diversidad biológica y puede representarse a través de la metáfora: forma, espacio, tiempo. La Sistemática con su énfasis en la forma, constituye el núcleo central de la Biología Comparada, complementada con la Biogeografía con su énfasis en el espacio y la Paleontología y la Embriología con su énfasis en el tiempo. La Sistemática como fuente de clasificaciones es la condición necesaria de las otras subdisciplinas de la Biología Comparada. Durante años predominó en la Biología Comparada la visión que ponía énfasis en los niveles de organización como fuente de generalizaciones, esa postura está siendo reemplazada por aquella que pone énfasis en los grupos taxonómicos; esta tendencia coloca a la Sistemática en una posición privilegiada dentro de la Biología moderna. La Biología Comparada juega un papel esencial en los esfuerzos por proteger y conservar la diversidad biológica.

ABSTRACT

Comparative Biology is the scientific study of the diversity and history of life and it deals with three distinguishable elements: form, space and time. Systematics is concerned primarily with form, Biogeography is concerned primarily with space and Paleontology and Embriology are primarily concerned with time. Systematics, in providing classifications that summarize existing knowledge about the attributes of organisms, is a necessary practical prerequisite to the other fields. There is a trend in Biology from the present philosophical stress on levels of biological organization to more emphasis on taxonomic groups of organisms. This trend places a special obligation on Systematics. Comparative Biology has an essential role to play in the conservation of biological diversity.

INTRODUCCION

Comienzo con una palabra que tiene equivalencias en todos los idiomas, que desde el inicio de la humanidad ha sido pronunciada por todos los hombres y que hoy hago mía: gracias.

Gracias a la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por el premio Cristóbal M. Hicken trienio 1986-1988. Gracias al Dr. Juan Héctor Hunziker por su generosa presentación.

Mi gratitud al recibir la distinción con que ha querido honrarme la Academia es tanto

Conferencia pronunciada durante la entrega del Premio "Cristóbal M. Hicken" 1986-1988, el día 15 de noviembre de 1991.

más profunda porque bien mido yo hasta qué punto semejante recompensa sobrepasa mis méritos personales. Todo hombre desea que se lo reconozca. Yo también lo deseo. Sin embargo, no me fue posible enterarme de la decisión de la Academia sin comparar su valor con lo que realmente soy. No soy un hombre que sabe. He sido un hombre que busca y aún lo soy. Busco la verdad, pero no la verdad intangible y eterna sino la verdad de la Ciencia: provisional y precaria. Al cabo de los años he comprendido que en esta búsqueda me está vedado ensayar la obra sabiamente realizada, por lo que fue difícil para mí sentirme merecedor de este generoso halago. Pero encontré que podía ayudarme a recibirlo la concepción que hoy día se tiene de la Biología Comparada, pues ella

sustenta mi búsqueda. Permítanme que, animado por un sentimiento de gratitud, reflexione del modo más sencillo acerca de esta concepción.

Organizaré mis reflexiones alrededor de tres grandes temas:

1) una muy breve visión de los métodos de la Biología Comparada;

2) el lugar que la Biología Comparada ocupa en la Biología de nuestros días; y

3) el desafío que el siglo XXI trae consigo.

Es verosímil que estas observaciones hayan sido enunciadas alguna vez, incluso, es posible muchas veces. La discusión de su novedad me interesa menos que la de su posible verdad.

LOS METODOS DE LA BIOLOGIA COMPARADA.

La asombrosa y fascinante diversidad de criaturas que pueblan el universo de los seres vivos, sugiere con su esplendor, fecundidad y exuberancia, la existencia de una variedad infinita de formas singulares, sin un orden aparente. No obstante, una mirada más detenida nos permite descubrir que los seres vivos llevan su historia escrita en sí mismos. La mariposa, la orquídea, la fuchsia, se mueven en el tiempo seguidas por su sombra. Ningún ser camina por la tierra sin imprimir en ella y en sí mismo la huella de su paso. Y es al escuchar las historias que los fenómenos singulares de la diversidad biológica nos relatan, que descubrimos una trama que conecta a todas las sombras. Es tarea de la Biología Comparada el estudio de la diversidad biológica y el planteamiento de hipótesis respecto a esa trama u orden aparente.

Todo programa de investigación productivo se caracteriza por un tema central o metáfora que provee el basamento donde echan raíces las teorías (Haraway, 1976). Estas metáforas cumplen una función explicativa y actúan como puente entre lo abstracto y el mundo real (Hesse, 1966). En la última década una metáfora creada por el botánico italiano León Croizat (1964), ha sido el tema unificador de la Biología Comparada y es aquella que visualiza la diversidad biológica como un hecho histórico que

transcurre en tres dimensiones: forma, espacio y tiempo.

De esta manera, la diversidad biológica es comprendida como el resultado de la historia de la vida sobre la tierra, expresada en los cambios de la forma a través del espacio y el tiempo. Vale aclarar que forma se refiere no sólo a los atributos morfológicos sino a todos los tipos de caracteres (incluso los moleculares) que presentan los seres vivos.

La Sistemática, con su énfasis en la forma, constituye el núcleo central de la Biología Comparada. La Sistemática produce clasificaciones biológicas que intentan reflejar cómo se originaron las formas que habitan (y habitaron) la tierra, cómo se diversificaron y cómo se distribuyeron en el espacio y en el tiempo (Crisci, 1977). Esta tarea se complementa con la biogeografía (y su énfasis en el espacio) y con la paleontología y la embriología (y su énfasis en el tiempo).

El problema fundamental de la Sistemática es encontrar los métodos clasificatorios cuyos resultados puedan ser considerados hipótesis científicas del aparente orden natural. O en otras palabras, resultados que reflejen las leyes generales que rigen a los seres vivos y las relaciones causales entre ellos. La búsqueda de esos métodos supone la existencia de un sistema generativo responsable de la diversidad observada. El sistema generativo de los seres vivos tiene dos componentes:

1) las relaciones genéticas entre los organismos que aparecen a través del fenómeno de la reproducción y que juegan un papel fundamental en la delimitación de las especies; y

2) las relaciones de parentesco entre las especies, que aparecen como resultado del fenómeno de la evolución y que juegan un papel fundamental en el agrupamiento de las especies.

La delimitación de las especies basada en las relaciones genéticas, utiliza el denominado concepto biológico de especie, que las define por la interfertilidad de sus miembros y el aislamiento reproductivo de ellos respecto al resto de la diversidad. Este concepto, aunque aceptado por la mayoría de los biólogos, no está exento de limitaciones y problemas (Crisci, 1981).

La clasificación por sobre el nivel de especie se basa en las relaciones de parentesco y supone un serio problema.

Imaginemos que, como por arte de magia, todo lo que podemos ver de un árbol son sus hojas distribuidas en el espacio. ¿Deduciríamos de ahí que, de algún modo, esas hojas nacieron por sí mismas en el sitio en que se hallan? Claro que no! Debemos suponer que forman parte de un árbol que ha crecido a partir de un simple tallo y que ha desarrollado ramas y ramas secundarias de las que nacen las hojas. De la misma manera, los sistemáticos se han preguntado desde siempre, si no habría un "árbol de la vida" que hubiera crecido como un árbol ordinario, donde las especies actuales (las hojas de ese árbol) fueran el resultado de antiguas especies (las ramas) y éstas a su vez de otras especies más antiguas todavía (el tronco) hasta llegar a la base del árbol donde encontraríamos la forma original de vida.

Hace 132 años, Darwin confirmaba la existencia de ese árbol de la vida al establecer que cada organismo actual representa el último eslabón de una cadena ininterrumpida de unos tres mil millones de años (Hunziker, 1963; Crisci, 1985). Sin embargo, todavía queda por preguntarse si es posible reconstruir ese árbol del que vemos sólo las hojas.

Hoy la Biología Comparada ofrece métodos rigurosos, que sin escapar a la provisionalidad de las hipótesis científicas, brindan la posibilidad de reconstruir la historia de la vida.

El método más difundido es el denominado cladismo o Sistemática filogenética, creado por un entomólogo alemán, Willi Hennig en la década del 50 (Hennig 1950, 1968). El cladismo parte de la premisa de que la similitud global entre los organismos no necesariamente indica relaciones de parentesco, ya que pueden parecerse por compartir caracteres primitivos o evolucionados y sólo a partir de estos últimos han de determinarse estas relaciones. Sólo el compartir caracteres evolucionados (también denominados novedades evolutivas) es prueba de parentesco, pues son heredados de los antecesores más recientes. Sobre la base de estos caracteres evolucionados compartidos se reconocen grupos monofiléticos, es decir aqué-

llos que incluyen a todos los descendientes de un antecesor común. Por ejemplo, la clorofila de las plantas, el pelo de los mamíferos o los élitros de los coleópteros, hacen que cada uno de estos grupos sea monofilético. Los resultados del análisis cladístico se resumen en un diagrama ramificado o cladograma, en el que los caracteres determinan grupos monofiléticos de distinta jerarquía.

Un muy interesante y reciente desarrollo de estos métodos de reconstrucción filogenética ha sido su interacción con la biogeografía histórica al dar origen a la llamada biogeografía cladística (Crisci y Morrone, 1989; Morrone y Crisci, 1990). La biogeografía cladística supone una estrecha analogía entre la Sistemática y la Biogeografía. Así como la forma nos permite expresar relaciones entre las especies, la relación entre las especies nos permite inferir relaciones entre las áreas que las especies habitan.

La biogeografía cladística supone que, a partir de los cladogramas de varios grupos diferentes que habitan una misma región, es posible deducir las relaciones históricas entre las áreas de dicha región (Crisci *et al.*, 1991). En este análisis se sustituyen en los cladogramas las especies por las áreas que éstas ocupan, obteniendo los llamados cladogramas de áreas. El siguiente paso es la búsqueda de un patrón de relación de las áreas (si lo hubiera) que se repita en todos los cladogramas. La combinación de distintos cladogramas de áreas en un único cladograma general de áreas, nos permite formular una hipótesis para explicar la historia biogeográfica de la diversidad que habita la región y de sus áreas (Crisci y Morrone, 1992).

La idea, de que un género de insectos o una familia de plantas contengan en sus sombras la historia de áreas como América Austral, trae a mi memoria la voz del escritor inglés del siglo XIX, Thomas De Quincey (1896) cuando dice: "Hasta los sonidos irracionales del globo deben ser otras tantas álgebras y lenguajes que de algún modo tienen sus claves correspondientes, su severa gramática y su sintaxis, y así las mínimas cosas del universo pueden ser espejos secretos de las mayores."

EL LUGAR QUE LA BIOLOGIA COMPARADA OCUPA EN LA BIOLOGIA DE NUESTROS DIAS

A partir de la década del 50, con los comienzos de la biología molecular y la biología celular, la metáfora de los niveles de organización dominó la biología, en detrimento de la Sistemática. Esta metáfora supone que los niveles de organización permiten, en la mayoría de los casos, generalizar los hallazgos científicos. Aquello que es cierto para los nematodos es cierto para todos los grupos que comparten el nivel de organización con los nematodos. De acuerdo con la visión más extrema de esta metáfora, las leyes de la biología sólo se revelan a través de un análisis intensivo e independiente de cada uno de los niveles de organización.

Los últimos años han traído consigo un rechazo a esa metáfora. Los descubrimientos recientes (Wilson, 1989) demuestran que lo que es cierto para los nematodos no es necesariamente cierto para otros grupos y, probablemente, no lo sea. La biología muestra una tendencia a lo plural, y un retorno a la importancia del estudio de los grupos en particular. El énfasis está ahora en cada uno de los grupos más que en los niveles de organización.

Hoy más que nunca las especies son vistas como hechos únicos irrepetibles y singulares, cuyas estructuras responden a leyes generales pero que también poseen sus propias leyes. Quien ha visto una mariposa, ciertamente no las ha visto a todas.

Esta pluralidad de la biología trae aparejada un resurgimiento de la Sistemática y de la Biología Comparada en general.

La diversidad biológica esconde sus secretos en cada uno de los rincones donde habita. Las leyes de la biología están escritas en el lenguaje de la diversidad. Y es la Biología Comparada quien puede ayudar a leerlas. Y las leerá, no necesariamente como las hubiera leído en la época anterior a la década del 50, sino que agregará ahora en su ayuda las herramientas poderosas que la última década del siglo XX pone a disposición de los biólogos (por ejemplo, el rigor de las técnicas de reconstrucción filogenética, las computadoras, los nuevos caracteres moleculares fruto de la tecnología del ADN

recombinante, y la microscopía electrónica, entre otras).

EL DESAFIO DEL SIGLO XXI

No obstante ser la Sistemática una de las disciplinas más antiguas de la biología, no se sabe el orden de magnitud del número de especies que habitan actualmente nuestro planeta. Se estima que el número de especies descritas (es decir que han recibido un nombre científico) alcanza a 1.400.000. Aproximadamente 750.000 son insectos, 41.000 vertebrados y 250.000 plantas superiores; el resto está compuesto por invertebrados, hongos, algas y microorganismos (Wilson, 1988). Todos los biólogos están de acuerdo en que quedan al menos 5 millones de especies por descubrir y describir. Algunos llegan a suponer que el número total de especies asciende a 50 millones. Cualquiera sea el número que aceptemos, queda claro que sólo conocemos una pequeña fracción de la diversidad biológica y que es mucho lo que queda por conocer de ella.

Pero nuestro tiempo, rico en catástrofes de origen humano, nos ha creado una inesperada urgencia en ese conocimiento: la extinción masiva de especies como consecuencia de la destrucción humana de hábitat naturales (Raven, 1989).

La extinción o desaparición de una especie es un proceso natural en la historia de la vida. En el pasado geológico hubo no menos de 5 fenómenos de extinciones masivas; el más famoso es el que incluyó a los dinosaurios, 65 millones de años atrás (Jablonski, 1991). Sin embargo, la tasa de extinción en la actualidad es muy superior a la mayor extinción masiva ocurrida en el pasado. Se calcula que 50.000 especies por año (o 6 por hora) son condenadas a la extinción en nuestros días. Por primera vez en la historia de la vida las especies de plantas superiores se extinguen en gran número. De acuerdo con las estimaciones más optimistas, un 25% de la diversidad biológica habrá desaparecido en los próximos 50 años (Ehrlich and Wilson, 1991).

Razones éticas (Randall, 1991) nos obligan a proteger la diversidad biológica, y éstas son el principal fundamento que debe gobernar nuestros afanes de preservación.

Tampoco debemos olvidar que la humanidad ha obtenido un enorme beneficio económico de los seres vivos, ya sea en la forma de alimentos, de medicinas o de productos industriales, y existe el beneficio potencial de aquellas especies que, en este momento, nos son desconocidas. La cura de una enfermedad incurable hoy día, puede estar secretamente guardada en una planta que en este mismo instante se extingue.

La ciencia tiene la obligación de proveer las herramientas intelectuales que anticipen, prevengan, minimicen y reparen los daños ecológicos causados por el hombre. El primer paso hacia esos objetivos es el estudio de la diversidad biológica en todos sus aspectos y desde todos los ángulos. Este estudio se basa en la tarea de la Sistemática, no sólo como el imprescindible inventario de lo conocido y de lo mucho por conocer, sino y principalmente como proveedora de hipótesis sobre el orden natural de los organismos. En resumen, el conocimiento de las especies, de su distribución, de sus relaciones históricas y de sus singulares propiedades biológicas son condiciones indispensables para preservar la diversidad biológica.

CONCLUSION

El resumen de mis reflexiones será sencillo. Estoy convencido de que la diversidad biológica no es una realidad que pueda mostrarse sino un misterio que debe descifrarse, y ese misterio es de una complejidad que recién empezamos a entender y quizá nunca se nos revele totalmente. Pero es nuestro hermoso y urgente deber intentar comprenderlo y al mismo tiempo aferrarnos con todas nuestras fuerzas a la esperanza de una humanidad en armonía con el resto de los seres vivos.

Voy a concluir con la misma palabra con la que comencé; pero ahora en la voz de un verso de Borges. Este verso viene a ser el resumen de todo cuanto he intentado decir en estas reflexiones, salvo que yo lo he dicho por medio de razonamientos o de simulados razonamientos y Borges lo dice de manera más directa, sencilla y por supuesto bella:

Gracias quiero dar al divino
laberinto de los efectos y de las causas
por la diversidad de las criaturas
que forman este singular universo

Borges, "Otro poema de los dones".

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Juan J. Morrone y a la Srta. Nelly Vittet la lectura crítica del manuscrito y al Sr. Piero L. Marchionni por el mecanografiado del mismo.

REFERENCIAS

- CRISCI, J. V., 1977. Clasificación biológica: naturaleza, objetivos, fundamentos. *Obra del Centenario del Museo de La Plata* 3, Botánica: 51-61.
- , 1981. La especie: realidad y conceptos. *Symposia*, VI Jornadas Argentinas de Zoología 1981: 21-32.
- , 1985. La evolución: un juego ecológico. Aplicación de la teoría de los juegos a la evolución orgánica. *Contribuciones en Biología (CIPFE, Montevideo)*. Publicación especial N° 3: 1-10.
- , CIGLIANO M. M., MORRONE, J. J. y ROIG-JUNENT, S. 1991. Historical biogeography of Southern South America. *Syst. Zool.* 40(2): 152-171.
- , y MORRONE, J. J., 1989. En busca del paraíso perdido. *Ciencia Hoy* 1(5): 26-34.
- , y MORRONE, J. J., 1992. Panbiogeografía y biogeografía cladística: paradigmas actuales de la biogeografía histórica. *Ciencias (Mexico)* N° especial 6: 8797.
- CROIZAT, L., 1964. *Space, time, form: the biological synthesis*. Caracas, Venezuela. (Publicado por el autor).
- DE QUINCEY, Th., 1896. *The Collected Writings*. Londres.
- EHRlich, P. P. and WILSON, E. G., 1991. Biodiversity studies: Science and policy. *Science* 253: 758-762.
- HARAWAY, D. J., 1976. *Crystal, Fabrics and Fields: Metaphors of Organicism in Twentieth — Century Developmental Biology*. Yale University Press, New Haven and London.
- HENNIG, W., 1950. *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*. Deutscher Zentralverlag, Berlin.
- , 1968. *Elementos de una sistemática filogenética*. EUDEBA. Buenos Aires.
- HESSE, M., 1966. *Models and Analogies in Science*. University of Notre Dame Press. South Bend, Indiana.
- HUNZIKER, J. H., 1963. Mecanismos y modalidades de la evolución biológica. *Ciencia e Investigación* 19(1-2): 1-11.
- JABLONSKI, D., 1991. Extinctions: A Paleontological Perspective. *Science* 253: 754-757.

- MORRONE, J. J. y CRISCI, J. V., 1990. Panbiogeografía: fundamentos y métodos. *Evolución Biológica* 4: 119-140.
- RANDALL, A., 1991. The value of biodiversity. *Ambio* 20(2): 64-68.
- RAVEN, P. H. (editor), 1989. *Opportunities in biology*. National Academy Press, Washington.
- WILSON, E. O. (editor), 1988. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington.
- , 1989. The coming pluralization of biology and the stewardship of systematics. *Bioscience* 39(4): 242-245.