
SOBRE LA CLASIFICACION BIOLÓGICA Y LA PRAXIS DE LA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

CARLOS A. ZAVARO PÉREZ

ABSTRACT. EPISTEMOLOGICAL ASPECTS IN BIOLOGICAL CLASSIFICATION AND PHILOGENETIC SYSTEMATICS PRACTICE.

Biological classification is addressed from an epistemic-methodological perspective that analyzes the disciplinary practice of taxonomy, on how species are delimited and their phylogenetic relationships are established. It is argued that the definition of a taxonomic species neither implies the hypothetic - deductive method nor the inductive approach. The argumentative model of Toulmin (2003) is suggested as a theoretical tool to establish attributes and limits to these taxonomic definitions. Thus, the use of the hypothesis is relevant in phylogenetic analysis only concerning monophyly or evolutionary history of taxa.

KEY WORDS. Argumentation, cladism, classifications, species, feneticism, phylogeny, hypothesis, induction, monophyly, taxonomy

INTRODUCCIÓN

Clasificar ha sido la manera más eficiente de ordenar la diversidad y, en este sentido, el orden mismo requiere ciertas reglas que permitan establecer un sistema clasificatorio con coherencia estructural y que a su vez facilite la ubicación de cualquier entidad sin que éste se altere sustancialmente. Esto, sin dudas, responde a dos de las premisas fundamentales que debería cumplir cualquier sistema de clasificación: eficiencia y predictibilidad. Sistemas como el aplicado a la bibliotecología es un claro ejemplo de estos atributos, donde es fundamental su practicidad. Ahora bien, ¿las clasificaciones son producto de la experiencia y la aplicación de una lógica intuitiva sobre lo cotidiano o son resultado de la investigación científica?

Sistemática de Plantas Vasculares, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata, Argentina. / Cátedra de Evolución, Universidad de Belgrano, Buenos Aires, Argentina. / czavaro@fcnym.unlp.edu.ar

CLASIFICAR LA VIDA

La sistemática, como disciplina de las ciencias biológicas, surge ante la necesidad de ordenar la enorme diversidad de seres vivos y, de este modo, los primeros sistemas de clasificación como el de Teofrasto de Ereso (371-287 AC), publicado en dos obras monumentales de la botánica de la Antigüedad "*De Historia Plantarum*" y "*De Causis Plantarum*", ordena a las plantas conocidas en árboles, arbustos y hierbas, e incorpora también criterios como la presencia de resinas y látex a los que llama "jugos útiles". Estos criterios en la construcción de una clasificación sólo garantizan cierta eficiencia y pragmatismo en el orden propuesto, pero obviamente no son relevantes en el intento de explicar la diversidad ni las relaciones existentes entre éstas, algo que paulatinamente se ha ido convirtiendo en una premisa de las nuevas clasificaciones. Si bien los sistemas de clasificación naturales aparecen con bastante posterioridad, es llamativo el hecho de que algunos de los grupos definidos por Teofrasto como las *Gramíneas* (*Poaceae*) y las *Umbelíferas* (*Apiceae*) hoy son considerados como grupos "naturales".

El término "natural", contiene implícitamente una carga teórica, porque implica un cambio radical en el criterio que define la constitución de los grupos que integran el sistema clasificatorio y las relaciones que puedan establecerse entre éstos, ya que sólo pueden formar parte de los mismos entidades que contengan atributos excluyentes de pertenencia. Un punto de partida en el establecimiento de clasificaciones naturales han sido los aportes del naturalista sueco Karl von Linné (1707-1778) quien, por vez primera en 1753 establece el sistema binomial de nomenclatura botánica. Su obra *Species Plantarum*, constituye el punto de partida de la sistemática botánica moderna y una de las obras más trascendentales de la sistemática contemporánea, que agrupa alrededor de 7,300 especies de plantas conocidas en 24 "clases" que define según la cantidad de estambres presentes en la flor y dentro de las cuales incluye órdenes, familias y géneros.

Un análisis de la estructura del sistema linneano permite establecer algunas de las regularidades que han permitido su ductilidad y vigencia hasta nuestros días. El binomio nomenclatural en sí mismo lleva implícito reglas de pertenencia y subordinación que lo definen como un sistema clasificatorio, ya que todos aquellos epítetos específicos que son combinados bajo un mismo epíteto genérico conforman un mismo grupo definido por atributos comunes. Este esquema se repite de la misma manera con la definición de familias, órdenes, clases. Resulta evidente como rasgo distintivo del sistema la existencia de categorías o "clases" entendidas como compartimentos relacionales que pueden ser establecidos en un mismo nivel de jerarquía con otras categorías afines y que, a su vez, pueden contener otras categorías de menor jerarquía o ser incluidos en categorías más generales (Reig, 1980). Estas clases o categorías taxonómicas no son

arbitrarias y están definidas o delimitadas por especificidades que dan cuenta de sus discontinuidades y que permiten, además, establecer los diferentes niveles de jerarquía, y es éste uno de los parámetros más relevantes porque son estos límites los que definen los grados de inclusividad y de exclusividad de las mismas.

DE LAS ENTIDADES Y SUS LÍMITES

Los caracteres (morfológicos, anatómicos y moleculares, entre otros) y en especial la combinación de éstos, son los que permiten establecer los límites de cada una de las categorías taxonómicas como entidades discontinuas y, en última instancia, el grado de inclusividad o jerarquía de las mismas. No todos los caracteres son excluyentes y en ese sentido sólo aquellos que resultan diagnósticos en el reconocimiento de los grupos permiten una delimitación inequívoca, aunque su valor en este sentido es circunstancial, y en muchos casos depende del contexto o del nivel de inclusividad en que se utilicen. A modo de ilustración, las semillas definen inequívocamente a las *Spermatophyta*, así como la presencia de flores delimitan la clase *Angiospermae* y permiten excluir de esa categoría a todas aquellas especies que no posean este atributo, y su utilización es inadecuada e irrelevante en cualesquiera de las categorías taxonómicas incluidas bajo la misma.

Es así como los caracteres diagnósticos (o una combinación particular de caracteres con valor diagnóstico) resultan especialmente relevantes en la delimitación de la categoría de especie, por cuanto los límites de la misma incluyen una discusión epistemológica que nos remonta a las ideas de Guillermo de Ockham (1288-1349), retomadas y discutidas con posterioridad por John Ray (1627-1705). Una polémica que habilita la definición de esta categoría bajo ámbitos de existencia diferentes, el gnoseológico (al que nos dedicaremos con más detalle) y al ámbito óntico al que nos referiremos inevitablemente, aun cuando no constituye un objetivo de este trabajo profundizar en la discusión de las diferentes acepciones del concepto de especie (Crisci, 1981; Reig, 1980) que deriva de ambos enfoques.

Si bien el uso de los caracteres diagnósticos son cruciales para delimitar categorías taxonómicas (López Armengol, 1988) y éstas constituyen la estructura de cualquier sistema de clasificación en sistemática, aún no queda resuelta la interrogante de cuanto tiene de científica una clasificación. Pareciera que cuando se habla de ciencia o, para ser más precisos, de método científico es necesario explicitar o establecer ciertos pasos que garanticen un modo de producir conocimiento (contrastable y repetitivo) que es exclusivo de la ciencia misma.

Obviamente que no todas las clasificaciones son científicas. Establecer categorías que permitan ordenar la diversidad no siempre es producto del

conocimiento científico, como tampoco la ciencia necesariamente requiere de la utilización de hipótesis previas (Hernández Sampieri, et al., 1997) para arribar a una conclusión que pueda ser legitimada como rigurosa. Abordar las prácticas del trabajo en sistemática es un ejercicio intelectual que retoma las viejas discusiones acerca de los modos de producción del conocimiento científico, y que nos remite a modelos de razonamiento cuyo eje se centran inevitablemente en el valor de los caracteres como datos.

Según el inductivismo clásico, la observación constituye la única manera de aproximación al conocimiento de la realidad, donde la práctica es el único camino para arribar a teorías a partir de la evidencia. En contraste con estas ideas que sobrevaloran el dato *per se*, aparecen posturas que sostienen la existencia de un marco teórico de referencia previo, desde el cual los datos son contextualizados y depurados, convirtiéndose éstos tan solo en un vínculo con la realidad y en un instrumento de análisis para sostener o rechazar una hipótesis previamente enunciada. Esta postura, que se inscribe dentro del llamado método hipotético-deductivo, critica al inductivismo por la formulación de teorías o enunciados generales a partir de meras singularidades.

Ciertamente, una revisión taxonómica carece de una hipótesis previa y, es más, enunciar una hipótesis en un trabajo de esta naturaleza sería no sólo irrelevante sino absurdo. La búsqueda de caracteres diagnósticos (a partir del estudio de ejemplares de una colección), que permitan establecer los límites de una especie y ubicarla taxonómicamente en un sistema, pareciera ser una práctica que se ajusta más a un razonamiento de tipo inductivo que al llamado “método científico” en sentido estricto.

Esta afirmación desde una perspectiva positivista pareciera encerrar una contradicción porque si bien partimos de la base de que el dato en sí mismo no es relevante sino en el marco de una teoría previa (Hempel, 1979), y que descarta toda conexión con la línea de pensamiento enmarcada dentro del inductivismo ingenuo, la práctica cotidiana del trabajo en sistemática nos remite a la revisión bajo la lupa de ejemplares de una colección (objetos de estudio) a los que asignamos una identidad con base en caracteres diagnósticos que previamente hemos definido como atributos de clase, aun conociendo que es imposible estudiar todos los individuos que pudiesen pertenecer a la especie en cuestión.

Este dilema de tratar de establecer criterios de certeza sobre la identidad de una especie bajo parámetros de razonamiento inductivistas estaría igualmente atravesado por la idea de que el tamaño muestral, o bien la aplicación de métodos estadísticos, podrían arrojar mayor certidumbre sobre la veracidad de la misma. Si bien la posibilidad de observar un número importante de ejemplares de diferentes localidades y coleccionados en diferentes épocas del año constituye un aporte considerable al conocimiento en sistemática, no existe un parámetro que permita estable-

cer cuál sería el número óptimo de ejemplares a revisar y, en todo caso, bajo ciertas circunstancias incluso la observación de un único ejemplar podría ser condición suficiente para describir una nueva especie para la ciencia, en tanto que los métodos estadísticos o probabilísticos de igual manera estarían atados al tamaño muestral y por lo tanto no cumplirían con el criterio de pertinencia.

De cualquier manera, y bajo el contexto de justificación en que cobra sentido el conocimiento científico, es imprescindible establecer criterios de certeza sobre la generalización que implica adjudicar identidad al conjunto de ejemplares revisados. Esto es posible a partir del aporte epistemológico de Popper (1963, 1968, 1972, 1985) quien logra quebrar el dogma positivista re-interpretando el “problema de la inducción” al establecer criterios de demarcación según el principio de falsabilidad. Bajo este punto de vista y adecuándolo a la praxis en sistemática, lo importante no es encontrar “todos” los individuos que se condicen con una especie en particular —algo absolutamente imposible— sino delimitar los atributos (caracteres) que definen la entidad a la que llamamos “especie x”, de tal manera que todos aquellos individuos que no se adecuen al criterio de demarcación no puedan ser incluidos bajo esta clase. Esto implica elaborar una argumentación lo suficientemente sólida que trascienda a la evidencia misma.

LA ARGUMENTACIÓN COMO HERRAMIENTA

Con la intención de adentrarnos entonces en el tema de la argumentación como eje de la justificación en sistemática, resulta interesante el trabajo de Toulmin (2003) quien elabora una estructura conceptual que es posible adecuar a la producción de conocimiento en esta disciplina. En este trabajo Toulmin otorga al argumento un rol fundamental como nexo entre la evidencia empírica y las conclusiones, al establecer una suerte de “anatomía” de la argumentación que incluye premisas, conclusiones, modalizadores, garantías, respaldos, objeciones y salvedades.

Pongamos por caso la situación en la que un investigador durante una revisión taxonómica deba aceptar y dar razones convincentes acerca de la pertenencia de un conjunto de individuos a una determinada especie o clase —entendiendo el término clase bajo la acepción que implica una categoría de análisis conceptual. Por una parte, están los materiales de la colección (objeto de estudio) que constituyen entidades de hecho con existencia real, y por otra un binomio nomenclatural que podría asociarse —en el ámbito gnoseológico— a estos individuos. Dos enfoques diferentes del concepto de especie que es necesario conciliar.

Esta situación, obviamente se encuadra en un campo de conocimiento disciplinar donde resulta fundamental el marco teórico preexistente (posi-

blemente asociado a algunos de los sistemas clasificatorios aceptados por la comunidad científica), las herramientas metodológicas propias del trabajo taxonómico con un universo conceptual y semántico propio, y por supuesto la experticia y la cosmovisión del investigador, quien debe tomar decisiones a partir de la evidencia empírica y aportar razones que justifiquen esta decisión.

Las decisiones deberían basarse en ciertas premisas que constituyan los atributos de clase que definen conceptualmente a esta especie en particular y que no son un listado preexistente de elementos a tener en cuenta, sino que es la exploratoria de los materiales y el conocimiento previo que se ha aportado sobre el grupo quien termina por definir los caracteres a evaluar por el investigador. Obviamente, no todos los individuos son idénticos entre sí y esta variabilidad —que forma parte de la norma de reacción de la especie biológica— se expresa fenotípicamente en la diversidad de materiales a considerar y son interpretados como **modalizadores** entre la evidencia o “dato” y el arquetipo o especie nominal. Es claro que para esta especie sólo es posible un único binomio o nombre correcto que debe cumplir con los requisitos de haber sido válido, legítimo y efectivamente publicado según las reglas de cada uno de los códigos de nomenclatura botánica o zoológica vigentes.

Ahora bien, ¿cómo fundamentar la decisión de que determinados ejemplares puedan ser asociados a un nombre en particular y no a otro? Esto es, ¿qué razones debería aportar el investigador para argumentar la pertenencia de estos ejemplares a la clase en cuestión?

Si los **límites** establecidos para la clase como atributos excluyentes es una combinación particular de caracteres devenidos en caracteres diagnósticos, entonces la única garantía posible de éstos serían los mismos caracteres, es decir, que los individuos que conforman esta especie deberían poder ser identificados por esta combinación particular y excluyente de atributos y no por otra. La única forma en que el uso de estos caracteres no incurra en una tautología argumental que vuelva falaz el razonamiento, sería utilizar como **garantía** la diagnosis o descripción original de la especie que, en última instancia, sería la combinación que según el criterio del autor definiría al binomio.

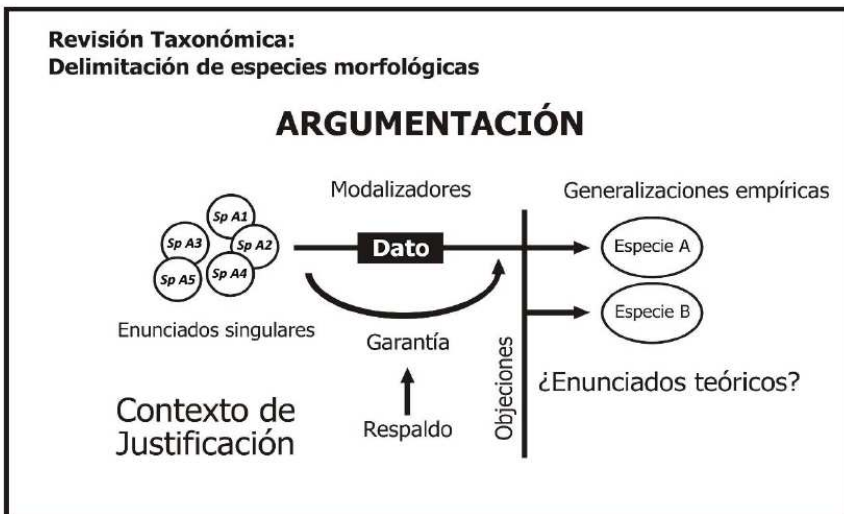
Sin embargo, la mayoría de las descripciones originales o diagnosis, están en latín, con excepción de las descripciones zoológicas o algunas descripciones botánicas muy recientes. Esta lengua, si bien no ha evolucionado, son pocos los investigadores que pueden considerarse “entendidos” como para lograr hacer una interpretación adecuada de algunos términos, muchas de ellas son sumamente escuetas, y en la mayoría de los casos algunos de los adjetivos resultan ambiguos. Es por ello que si bien el recurso de la descripción original constituye una garantía en términos argumentales, ésta no es suficiente.

Inevitablemente, los datos que podemos obtener a partir del objeto de estudio y que nos conducen a una determinada afirmación dependen del tipo de garantías que estamos dispuestos a utilizar en nuestro campo disciplinar, y estas garantías llevan implícitas los pasos o etapas metodológicas que fundamentan la argumentación. Por ello, las garantías necesitan no sólo ser adecuadas según el criterio de pertinencia, sino además deben ser robustas, y es a partir de esa robustez que se explicita la autoridad de la misma como apoyo de las conclusiones a las que arribamos y como sostén de la capacidad de predicción y sostenibilidad del argumento mismo.

Si seguimos el esquema de Toulmin entonces debemos encontrar algún **respaldo** a esta garantía que podría convertirse en algo así como una “garantía de la garantía original”. Este respaldo inevitablemente deberá recaer sobre el material tipo designado por el autor (holotipo o lectotipo). El material tipo es, entonces, una entidad de hecho que representa el nexo epistemológico entre el ámbito óntico y el gnoseológico respecto a la identidad de una clase taxonómica determinada. Esta revisión de los principales procedimientos relacionados con el trabajo en sistemática bajo la estructura de la argumentación nos ha obligado a acotar la utilización de ejemplos, circunscribiéndonos en la práctica a la problemática respecto a una especie x en particular. Tratándose de la revisión de un género o de cualquier categoría taxonómica supraespecífica (género, familia, orden, etc.) las reglas y estructuras argumentales serían las mismas a pesar de que estas categorías sólo tienen entidad en el ámbito gnoseológico.

Queda, no obstante, tratándose de las posibles situaciones a las que podemos enfrentarnos en nuestra praxis al definir una clase taxonómica, referirnos a las **salvedades** y las **objeciones**. Para ejemplificar el uso de **salvedades** en la argumentación, pongamos por caso que, durante el estudio del grupo que estamos trabajando encontremos ejemplares que a pesar de reunir una combinación de caracteres o atributos que, en términos generales, conciben con las garantías y el respaldo que fundamentan la argumentación de pertenencia a la clase en cuestión, presentan para ciertos caracteres un rango de variabilidad mayor que podría sugerir dudas pero que a pesar de esto, y en criterio del investigador quedarían incluidos bajo la norma de reacción de la especie o formar parte de algún tipo de clina, alguna “super-especie” o de una especie entendida en “sentido amplio”. Con respecto a las **objeciones**, éstas podrían entenderse como casos singulares que deberían ser excluidos de la clase en cuestión por no ajustarse a los criterios de inclusión a los que remiten las garantías y respaldos. Un ejemplar mal determinado en una colección de herbario o una nueva especie se ajustan a esta situación. En el segundo caso, correspondería al autor de la especie nueva definir la combinación de atributos que la define y aportar las garantías y respaldos necesarios, esto

es, la nueva descripción original pone énfasis en aquellos caracteres que permiten distinguirlos de otras especies más cercanas fenotípicamente y la designación del material tipo (holotipo e isotipos si los hubiere o lectotipos o neotipos si corresponde para el caso en cuestión).



Queda claro, entonces que a pesar de desestimar la necesidad de una hipótesis previa como condición necesaria para una revisión sistemática —algo que es usual en estudios descriptivos (Hernández Sampieri, et al., 1997)— la argumentación constituye el nexo epistemológico entre la evidencia o los materiales de la colección y la definición taxonómica de cada una de las clases (ya sea especie, género, etc.). Como resultados emergentes de este trabajo, suele —en la práctica— profundizarse el conocimiento sobre un grupo taxonómico determinado, que delimita rigurosamente las especies que lo integran, dilucida problemas nomenclaturales, amplía sus descripciones con mapas de distribución actualizados e incluso hasta

aborda aspectos de su fenología. Sin embargo, todos estos datos y evidencias no son suficientes si el objetivo es generar una clasificación natural y predictiva del grupo en particular, a pesar de que la delimitación previa de cada una de las especies que lo integran —y que representan generalizaciones empíricas— es una condición necesaria.

TEORÍA O PRÁCTICA...

¿Cuál es entonces la razón por la que estos enunciados empíricos son insuficientes? Una clasificación natural no sólo debería incluir las especies que forman parte de una categoría más general que las contiene, sino que el fundamento de “lo natural y predictivo” radica básicamente en que esta clasificación no debería modificarse considerablemente por la inclusión de nuevos elementos bajo la misma categoría taxonómica, y esto sólo es posible si la misma es capaz de reflejar las relaciones que puedan existir entre los elementos que lo integran. Claramente esto implica, pasar de enunciados empíricos a enunciados teóricos, es decir, pasar de la argumentación a la explicación. Una clasificación que derive de una explicación teórica basada en las relaciones existentes entre las especies sería deseable por sobre aquella fundamentada exclusivamente en hechos observacionales.

Ahora bien, ¿es posible pasar de las evidencias o enunciados empíricos a la teoría? Ciertamente no. Los enunciados empíricos, en este caso, sólo nos conducirían a la formulación de interrogantes cuya frontera serían las evidencias mismas que las generan. Esto se debe a que los enunciados singulares resultantes de la observación de los materiales de la colección —entidades de hecho— sólo nos permiten elaborar enunciados generales sobre las mismas —delimitación de las especies— pero no existe vínculo posible entre estos enunciados y los teóricos. De hecho, para muchos argumentos científicos sólo es posible este nivel de análisis. Esta limitación ha sido abordada por filósofos y epistemólogos como Chalmers (1988, 1990) y Klimovsky (2005); es más, algunos —incluso— sostienen que los enunciados teóricos *per se* pertenecen exclusivamente al campo de la metafísica por tratarse de un universo semántico que implica sólo conjeturas sobre situaciones “no observables”.

Existe, no obstante, una manera de resolver esta aparente contradicción, es decir, que en la práctica sería posible elaborar una clasificación natural —basada en una explicación— aunque ésta en principio no fuese consecuencia directa de la observación. La estrategia es simple y para desarrollarla apelaremos a una paradoja de la ciencia elaborada en términos popperianos. Podríamos imaginar como metáfora el escenario de un teatro sobre el cual se desarrolla una obra de títeres. Lo observable son los títeres, sus movimientos, el diálogo entre los personajes —en esta analogía lo observable correspondería a las especies delimitadas anteriormente bajo

un estricto proceso de argumentación— la teoría coincidiría entonces con una explicación acerca de si éstos —los títeres— son manipulados por uno o varios titiriteros, si las voces son grabadas o no, y si el diálogo es producto de un guión previamente elaborado o resultado de la improvisación. Es imposible, con sólo ver la obra, explicar con certeza cómo se desarrolla tras las tablas. Sin embargo, sí podemos utilizar la imaginación para apostar por un único relato coherente como supuesto explicativo.

Es en este relato donde radica finalmente la resolución del conflicto epistémico. La paradoja consiste, entonces, en utilizar la imaginación para poder explicar científicamente la evidencia. Parafraseando a Popper (1985) cabría decir entonces que un científico debe tener la suficiente imaginación para elaborar una teoría sobre la evidencia y a su vez el mayor rigor para someterla a falsación. Esto implica en última instancia apelar al llamado método hipotético-deductivo.

Si hablamos de ciencia y retomamos la idea de la preexistencia de un marco teórico que estructura la lógica de la práctica como criterio de verdad, deberíamos apelar al relato, es decir, a aquellos supuestos teóricos que podrían permitirnos explicar las razones por las que unas y otras especies podrían estar relacionadas entre sí, y a partir de ahí poder establecer una clasificación que las contenga, prediga y explique. Dentro del paradigma de la biología contemporánea, este marco teórico no puede ser otro que el de la evolución.

Bajo el término evolución han confluído numerosas definiciones, aportes y teorías, que sin lugar a dudas ameritarían un análisis más profundo que trasciende los objetivos de este artículo, pero al menos es necesario explicitar que recurrir a la “evolución” como marco conceptual implica aceptar, si seguimos la epistemología de Lakatos (1965, 1989), un núcleo duro de teorías provisoriamente intangibles, asociadas a otro conjunto de saberes que orbitan alrededor de éste y que conforman un cinturón protector de supuestos teóricos a partir de los cuales se estructurará nuestro programa de investigación.

Si aceptamos la evolución como marco teórico, la causa de la diversidad de los seres vivos debería ser entendida como un proceso en el que actúan diversos mecanismos que garantizan la aparición azarosa de nuevas combinaciones genéticas, y que son —a su vez— seleccionadas diferencialmente por la influencia de ciertos factores ambientales o “presiones selectivas”. La evidencia compartida de la molécula de ADN en los seres vivos y la escasa probabilidad de que esto haya ocurrido más de una vez en la historia natural sostienen el supuesto teórico de la existencia de un origen común (monofilia). Si la vida es monofilética entonces hay una filogenia compartida que es posible rastrear en cada uno de los grupos a partir de homologías derivadas de un ancestro común. En términos clasificatorios esto implicaría encontrar una secuencia que permita articular

bajo categorías jerárquicas e inclusivas a la biodiversidad en función de sus relaciones históricas.

Este supuesto en sí mismo no es producto de enunciados empíricos, sino que deriva deductivamente del núcleo teórico central, que constituye además la estructura de todo un proyecto de investigación —en los términos de Lakatos (1989)— conocido como “sistemática filogenética” o cladismo (Henning, 1968, 1975). Algunos de los supuestos teóricos que conforman el cinturón protector de este programa son entendidos como hipótesis auxiliares a la hipótesis principal de investigación y sometidos permanentemente a “falsación” con un doble efecto. Por una parte, las hipótesis auxiliares condicionan indirectamente la confirmación de la hipótesis principal porque estas últimas son enunciadas como resultado de deducciones sucesivas de las primeras y su confirmación contribuye a la consolidación y robustez del núcleo principal. Por otra, resultan eficaces protegiéndolo, ya que en caso de no sostener la evidencia sería posible sustituir estos supuestos sin vulnerar el núcleo.

La monofilia es uno de los supuestos teóricos claves de la sistemática filogenética, pero bajo este mismo programa se han enunciado otros supuestos entre los cuáles se destaca el principio de parsimonia, que sostiene que la evolución ocurre minimizando eventos homoplásicos. Operativamente, además, el principio de parsimonia resulta relevante (Willey, 1979) por constituir una restricción metodológica que condiciona los algoritmos matemáticos de búsqueda de árboles filogenéticos (Rieppel, 2007) y por lo tanto incide de manera definitoria en las clasificaciones que de éstos se deriven.

Si bien han habido otros programas paralelos en sistemática que han perseguido la búsqueda de clasificaciones predictivas sustentadas por una metodología de trabajo con algoritmos matemáticos, como es el caso del feneticismo, el cladismo se ha convertido en uno de los programas de investigación más sofisticados y generalizados, capaz de trascender incluso los intereses políticos de los grupos de investigación. Ello se debe a la coherencia existente entre sus supuestos teóricos con el núcleo duro de lo que hoy constituye el paradigma de las ciencias biológicas, y como resultado del desarrollo acelerado y progresivo de herramientas que contribuyen permanentemente a la solución de problemas operativos.

Bajo la metodología de trabajo en sistemática filogenética y para retomar el análisis anterior respecto a la revisión de un grupo taxonómico en particular, deberíamos describir en detalle el escenario de trabajo y los objetivos que se persiguen con lograr una clasificación natural. En principio, el marco teórico nos condiciona a la búsqueda de una explicación consistente con la teoría de la evolución y, por lo tanto, partimos de enunciados teóricos como la presunción de monofilia y el principio de parsimonia y, por otro lado, tenemos los enunciados empíricos que se

corresponderían con las especies delimitadas rigurosamente según el procedimiento de argumentación descrito con anterioridad. Si bien el objetivo es obtener una clasificación natural para el grupo, es necesario partir de una hipótesis principal de trabajo. Si el grupo es monofilético, entonces todas las especies que lo integran deberían tener un antecesor común y por tanto los atributos que las delimitan constituirían novedades evolutivas adquiridas durante su especiación. Si esto es así, las relaciones filogenéticas existentes entre las mismas podrían estructurar la clasificación. Entonces, es la presunción de monofilia del grupo en cuestión la hipótesis principal de nuestro proyecto de investigación.

Para poder llegar a contrastar esta hipótesis no basta con los argumentos aportados para delimitar las especies, es necesario encontrar nexos epistemológicos entre la teoría y la evidencia. Por supuesto que los caracteres sobre los cuales se ha edificado la definición de las especies constituyen datos valiosos pero no necesariamente todos son útiles, ya que si partimos de la monofilia como hipótesis, sólo aquellos que tengan un mismo origen, es decir, que cumplan con el criterio de homología (Sattler, 1984) pueden ser utilizados, y este criterio constituye el principio puente que permite conectar la teoría con las evidencias empíricas.

A partir de la elección adecuada de los caracteres se confecciona la matriz de datos y se selecciona el grupo externo o *"outgroup"*. Esta práctica de la elección de un grupo externo al grupo de trabajo (Farris, 1982; Maddison, et al., 1984; Szalay, 1986) ha sido en principio un recurso metodológico sumamente útil para enraizar el cladograma y orientar el sentido de cambio de los caracteres, aunque hoy el mismo principio de parsimonia desestima la necesidad de orientación porque los algoritmos disponibles en la actualidad garantizan la combinación más simple sin necesidad de ordenar y condicionar previamente los pasos en la búsqueda de árboles. Al respecto, una práctica cada vez más frecuente es la de emplear más de un grupo externo, con representantes tanto del grupo hermano como de otros grupos relacionados bajo una categoría taxonómica más inclusiva, y esto resulta muy interesante porque si bien multiplica y complejiza la búsqueda de cladogramas, también contribuye al rigor respecto a la falsación de la hipótesis en función de la robustez de aquellos caracteres que constituyan sinapomorfias para el *"ingroup"*.

Una vez confeccionada, la matriz de datos se procesa mediante algoritmos matemáticos de búsqueda de árboles filogenéticos. Si bien existen diferentes criterios para la búsqueda, al aplicar el principio de parsimonia, es preferible las búsquedas de tipo heurísticas por máxima verosimilitud y las inferencias bayesianas porque multiplican la posibilidad de encontrar árboles más cortos a partir de redes o familias topológicas. Estas topologías obviamente son encontradas al azar y sometidas a las mismas restricciones metodológicas del principio de parsimonia, pero empleando diversas

técnicas que desechan progresivamente las combinaciones genéricas con mayor número de cambios.

Es deseable que al concluir la búsqueda se encuentre un único árbol que constituya la tesis más parsimoniosa, sobre las relaciones filogenéticas de las especies que conforman nuestro grupo de trabajo. Este árbol —a pesar de las limitaciones metodológicas que derivan de la dicotomía— constituiría entonces la mejor clasificación o patrón evolutivo para el grupo y la manera más factible de reconstruir y explicar las relaciones entre las especies actuales y sus antecesores hipotéticos (Szalay, 1986). Si bajo este patrón, el grupo original queda sustentado por una o varias sinapomorfias y ninguno de los taxa utilizados como grupos externos resulta parte del “*ingroup*” entonces se sostiene la hipótesis de monofilia, y se puede, en caso contrario, redefinirse los límites del grupo bajo el mismo supuesto, con lo cual lo sometido a falsación no es la condición de monofilia en sí misma, sino la composición del grupo o categoría taxonómica cuya entidad sólo corresponde al ámbito gnoseológico.

No obstante, es poco frecuente que un análisis cladístico arroje un único cladograma, más bien suelen encontrarse varios árboles con el mismo número de pasos y por lo tanto congruentes con el principio de parsimonia. En este caso, un árbol de consenso —ya sea estricto o mayoritario— no es la mejor solución, salvo como estrategia para encontrar aquellos nodos irresueltos que necesitan de un análisis más exhaustivo o de ciertas decisiones taxonómicas. De esta manera, el “método científico”, que presupone la existencia de hipótesis rivales (Hempel, 1988) y que implica que la aceptación de una necesariamente supone el rechazo de la alternativa no resulta útil ni válido. La existencia de varios cladogramas igualmente parsimoniosos condiciona entonces la aceptación —en los programas de investigación en sistemática filogenética— de hipótesis complementarias porque no es posible vislumbrar un escenario de contrastación crucial que permita elegir la hipótesis adecuada, con lo cual se hace imposible validar alguna de ellas. Cada uno de estos árboles son hipótesis de relaciones filogenéticas entre las especies que conforman el grupo de trabajo, pero sólo una —que incluso podría no estar incluida entre las obtenidas— es posible, ya que la historia evolutiva de un grupo es única e irrepetible. Entonces, elegir un cladograma en función del conocimiento empírico que se tiene del grupo es un acto temerario, subjetivo y absolutamente irrelevante.

EL DILEMA DE ELEGIR...

Bajo este escenario subyace uno de los nudos epistemológicos más interesantes del trabajo en sistemática, aunque por supuesto no es privativo de esta disciplina: la carga teórica implícita en los datos que utilizamos como

evidencias empíricas y singulares destinadas a poner a prueba la hipótesis de trabajo. Los datos en sí mismo constituyen el nexo entre la teoría y la realidad, un puente entre el marco teórico sobre el que se estructuran las explicaciones y la realidad a explicar, que constituyen el criterio de verdad o al menos de certeza —bajo la óptica del falsacionismo ingenuo— y convirtiéndose en la herramienta más utilizada por los sistemáticos en la toma de decisiones acerca de aquellas hipótesis sometidas a falsación.

El punto de discusión respecto de si las clasificaciones jerárquicas reflejan la realidad ha sido ampliamente abordado y, más aún, la subjetividad de los datos en la operatoria del trabajo científico. En consecuencia, la sistemática ha ido modificando progresivamente sus propias prácticas y las clasificaciones se han ido transformando —como ya enunciamos— de meros sistemas artificiales a arreglos jerárquicos más naturales. Sin embargo, la polémica sobre la infradeterminación de la teoría por la práctica trasciende inevitablemente estas discusiones. El problema de que un mismo conjunto de observaciones empíricas —dicho en términos metodológicos—, una misma matriz de datos refiera a teorías diferentes aun bajo un único paradigma, es complejo, sobre todo cuando es preciso elegir cuál de estas explicaciones es la más acertada, en especial porque lo más polémico no es la teoría en sí misma, sino los criterios de elegibilidad.

La existencia de cladogramas igualmente parsimoniosos para un mismo *set* de datos ya fue abordado anteriormente desde otra perspectiva y no debería incluirse bajo la idea de la infradeterminación, porque si bien cada uno de estos cladogramas es una hipótesis a verificar y, por lo tanto, una teoría explicativa sobre la filogenia del grupo de trabajo y una clasificación en sí misma, la existencia de más de un árbol de igual longitud respondería a limitaciones metodológicas o a insuficiencias en la cantidad de caracteres utilizados para los taxa analizados.

Suponiendo que bajo todas las experiencias posibles que utilicen cladística, esto es, cambiando el grupo externo, sustituyendo o anulando caracteres o introduciendo nuevos taxa, siempre se obtenga un único árbol con clados robustos y una topología casi inalterable que permita la verificación de la hipótesis de la monofilia y facilite la utilización de este cladograma para construir una clasificación natural, aun así es imposible eludir el problema de la ambigüedad. Es más, Goodman (1955) plantea casi con “angustia” que por muchos que sean los datos experimentales recogidos, siempre serán subsumibles bajo hipótesis teóricas diferentes e incompatibles (...) y atribuye el problema de la infradeterminación de la teoría por la experiencia, al problema de la inducción, algo que es inevitable en estudios descriptivos como las revisiones taxonómicas.

La incompatibilidad respecto a las teorías derivadas de un mismo *set* de datos es explícito en programas de investigación paralelos como el cladismo —o sistemática filogenética— y el feneticismo. Supongamos como

experiencia que una misma matriz de datos es procesada mediante algoritmos matemáticos adecuados según cada una de las escuelas de pensamiento mencionadas, obteniéndose respectivamente un único árbol resultante —cladograma o fenograma— bajo cada esquema. Usualmente los árboles obtenidos suelen ser topológicamente diferentes y esto implicaría sin dudas clasificaciones distintas para un mismo grupo taxonómico, es decir, explicaciones incompatibles sobre las relaciones de las especies que lo integran. No sería en este caso la metodología empleada para procesar los datos la responsable de la incongruencia, sino el marco teórico y los supuestos que lo sostienen, ya que no necesariamente la mayor similitud fenotípica entre dos o más taxa es compatible con una historia en común ancestro-descendiente.

Crisci (1984) resalta la intención de utilizar ambos métodos en el trabajo sistemático al aludir a la posibilidad de que ambas escuelas puedan ser complementarias. Esta postura sería válida siempre que los cladistas empleen algoritmos fenéticos en microtaxonomía para establecer los límites y la variabilidad hacia el interior de una especie taxonómica, ya que las relaciones de similitud serían irrelevantes como explicaciones históricas. En cambio, para un feneticista recurrir al principio de parsimonia sería inaceptable, porque transgrediría el marco teórico sobre el que se estructuran sus hipótesis de investigación, lo cual revela otra disputa que atraviesa la producción de conocimientos y que ha sido considerada por Popper en lo que se ha denominado el falsacionismo sofisticado, y que hoy constituye uno de los ejes de análisis de la epistemología contemporánea en sentido amplio.

MÁS ALLÁ DE LA EVIDENCIA

A diferencia de las ideas de Lakatos (1989) respecto de los programas de investigación, Kuhn (1962) propone periodos donde los aportes de la ciencia al conocimiento acontecen de manera revolucionaria, esto es, cambios drásticos en los paradigmas o supuestos aceptados que aceleran la producción de nuevo conocimiento bajo otros parámetros o convenciones teóricas. Esto supone que si bien en los periodos de ciencia normal los investigadores desarrollan su trabajo bajo paradigmas poco cuestionados, donde las hipótesis de investigación son explicitadas bajo ese marco teórico, deben darse cierto tipo de condiciones subjetivas y de tipo sociológico que garanticen en paralelo —durante esta etapa— la gestación de los periodos revolucionarios. La alternancia de estos periodos es aleatoria, pero indudablemente dependen de la sostenibilidad de las convenciones o acuerdos existentes hacia el interior de la comunidad científica. Esto supondría cierta autonomía no sólo en la elección del objeto de investigación, sino también en los acuerdos explícitos que contienen al sistema, y

esa autonomía, si bien responde a las certezas aportadas desde cada campo disciplinar, operan como presiones selectivas que filtran y depuran hipótesis y teorías, por una parte fortaleciendo el paradigma dominante, y también acumulando tensiones que puedan desatar —incluso de manera estocástica— las revoluciones a las que hacíamos referencia.

Una vez que acontece una nueva revolución, los cambios en la aceptación de nuevos enfoques y teorías son acelerados y drásticos, instalándose rápidamente un nuevo paradigma y en esto nuevamente entran en juego presiones de selección por parte de la comunidad que las legitima con base en la reformulación de nuevas convenciones. Esta dinámica nos sitúa ante dos posibles enfoques: por una parte, el rol activo de los investigadores en la consolidación de la hegemonía académica respecto de la legitimación del nuevo conocimiento y, por otra, el rol de la infradeterminación de la teoría por la experiencia en la acumulación de tensiones y excusas que constituyan desencadenantes de las nuevas revoluciones científicas en un campo disciplinar particular.

Afirmar que las convenciones o acuerdos que sostienen un paradigma son resultantes exclusivamente de la disputa de poder e intereses en el campo académico (Bourdieu, 1976), como sostiene una parte de la biblioteca de la sociología de la ciencia (Bloor, 1971), es algo arriesgado e incluso desata una polémica que relativiza a la ciencia misma en sus modos de producción al reducir su praxis a una disputa entre pares y adjudicándole al conocimiento científico la categoría de “trofeo”. Esta postura, además de restarle relevancia a la investigación como modo de aproximación a la realidad, es cuestionada en el nivel ontológico, ya que si bien el conocimiento científico es un constructo cultural, la realidad no es el resultado de teorías derivadas de acuerdos entre partes. En ese caso las convenciones se convertirían entonces en el origen de la concepción de verdad, y cualquier afirmación científica convencionalmente considerada verdadera debería tener entonces un origen social (Panero & Heffes, 2012), lo que equivaldría reducir la realidad a la subjetividad y asociar únicamente la legitimidad de una teoría exclusivamente a la autoridad de quiénes la sostienen, que obviaría la relevancia de la experiencia en la falsación de las hipótesis de investigación y en la construcción del conocimiento científico, aun cuando éste se inscriba bajo el marco teórico del paradigma dominante. En las antípodas, es ingenuo entender el conocimiento científico como objetivo e incuestionable, y sobre todo ajeno a los avatares de las disputas académicas, a la coyuntura política y al contexto histórico-cultural en que se produce.

La sistemática ha sido testigo en los últimos años de esta polémica; la existencia de programas paralelos de investigación y la sostenibilidad de la teoría de la evolución como paradigma de la biología contemporánea bajo el cual se inscriben supuestos teóricos como la parsimonia o la

monofilia que consolida la escuela filogenética da cuenta de ello. La búsqueda de clasificaciones más naturales que reflejen eventos históricos de especiación a partir de ancestros hipotéticos y la utilización de sinapomorfias —o novedades evolutivas derivadas de esta filogenia— como sustento de la monofilia, ha posicionado a la sistemática filogenética como un programa hegemónico dentro de la sistemática contemporánea. Ello se evidencia tanto en la cantidad de publicaciones en revistas de impacto como en la omnipresencia de los cladogramas como estructura de las clasificaciones, lo que relega al retroceso a otros programas como la sistemática clásica o el feneticismo, a pesar de haber sido este último protagonista también de la revolución acontecida décadas atrás en este campo disciplinar.

Ante posibles variantes de clasificación sobre un mismo grupo taxonómico que puedan ser formuladas con marcos teóricos diferentes, aunque a partir de una misma evidencia —los caracteres que definen a cada una de las especies— podría pensarse que es la posición hegemónica quien opera como criterio de elegibilidad o de legitimación por parte de la comunidad científica. Sin embargo, si bien este tipo de influencias no se descarta en especial en los periodos de “ciencia normal”, son los aspectos inherentes a la evidencia empírica, es decir, a la aceptación de los enunciados de la hipótesis de investigación quienes deberían primar en el contexto de justificación. Ahora bien, si las hipótesis son formuladas en un marco teórico inscrito bajo el paradigma hegemónico, y es a partir de éstas que se formulan los enunciados empíricos que permiten poner a prueba la hipótesis de investigación principal, podríamos caer en una tautología epistémica.

La tesis de Duhem-Quine resuelve esta disyunción al plantear la imposibilidad de poner a prueba una hipótesis científica de manera aislada, en tanto ésta es incapaz por sí misma de formular o contener predicciones. Es más, cuando se formula una hipótesis de investigación, sus enunciados inevitablemente conforman una raigambre que conjuga a su vez otras hipótesis —auxiliares— probablemente asociadas al cinturón de protector del núcleo del programa de investigación en el marco teórico desde el cual se enuncia. Es por ello que al someter a falsación la hipótesis de trabajo, también se cuestionan aquellas premisas deductivas de las cuales derivan sus enunciados. Esto equivaldría a afirmar entonces que la elección de una teoría —entre otras posibles— no sólo depende de los enunciados observacionales, sino también de su conjunción con las hipótesis auxiliares que los sustentan (Quine, 1990) y que han sido contrastadas con independencia y legitimadas al margen de la hipótesis de investigación.

Ante la posibilidad de diversas opciones de clasificación para una misma categoría taxonómica, es decir, para un mismo grupo de seres vivos, pongamos por caso un género y utilizando los mismos caracteres, pero

basándonos en criterios y/o algoritmos diferentes, no sólo basta la experiencia del investigador, ni su aceptación por parte de la comunidad científica, ni las evidencias, sino que es necesario dilucidar qué conjunto de teorías se ponen a prueba bajo el marco teórico en que se formula la hipótesis. En tal caso, elegir sobre una clasificación resultante de un estudio clásico, fenético o filogenético no debería ser entonces un acto arbitrario, sino que bajo el paradigma de la evolución sólo podrían ser elegibles aquellas clasificaciones que explicitan relaciones filogenéticas basadas en el principio de parsimonia y que explican la constitución de grupos monofiléticos sostenidos por sinapomorfias que den cuenta de relaciones ancestro-descendiente.

La homología existente entre órganos o estructuras de especies diferentes que derivan de una misma línea filética a partir de un antecesor común, o la tesis de que la ontogenia recapitula en términos generales la historia filogenética de los seres vivos constituyen aportes de otras disciplinas (Crisci, 1992) como la anatomía comparada, la genética y la embriología. Éstas son puestas a prueba como premisas en conjunto con la hipótesis de investigación que articula el trabajo en sistemática filogenética, convirtiéndose entonces en hipótesis auxiliares que contribuyen a legitimar el grado de certidumbre sobre la clasificación. Si estas hipótesis no son rechazadas, entonces elegir la clasificación resultante como explicación de la historia evolutiva del taxón sería lo más adecuado y pertinente.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profunda gratitud al Dr. Jorge V. Crisci, a la Dra. Fernanda López Armengol y a la Dra. Mariana Grossi por la lectura crítica del manuscrito y sus sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Bloor, D. (1971), *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona: Gedisa.
- Bourdieu, P. (1976), "Le champ scientifique", *Actes de la recherche en sciences sociales* 1-2.
- Chalmers, A. (1988), *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* BsAs: Siglo XXI.
- Chalmers, A. (1990), *La ciencia y cómo se elabora*, Madrid: Siglo XXI.
- Crisci, J.V. (1981), *La especie: realidad y conceptos*. SYMPOSIA VI Jornada Argentina de Zoología, La Plata. pp. 21-32.
- Crisci, J.V. (1982), "Parsimony in evolutionary theory: law or metodological prescription?", *J. Theor. Biol.* 97: 35-41.
- Crisci, J.V. (1984), "Taxonomic congruence", *Taxon* 33(2): 233-239.
- Crisci, J.V. (1992), "Reflexiones en torno a la biología comparada", *Anal. Acad. Nac. Cs. Ex. Fís. Nat., Bs. As.* 44: 159-164.
- Farris, J.S. (1982), "Outgroups and parsimony", *Syst. Zool.* 31: 328-334.
- Goodman, N. (1955), *Fact, Fiction, and Forecast*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Hennig, W. (1968), *Elementos de una sistemática filogenética*. BsAs: Eudeba.
- Hennig, W. (1975), "Cladistic analysis or cladistic classification?: a reply to Ernst Mayr", *Syst. Zool.* 24: 244-256.
- Hempel, C. (1979), *La explicación científica*. Barcelona: Ariel.
- Hempel, C. (1988), *La lógica de la explicación. La explicación científica*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Hernández Sampieri, R., C. Fernández Collado & P. Baptista Lucio (1997), *Metodología de la Investigación*. México: Mc. Graw Hill.
- Klimovsky, G. (2005), *Las desventuras del conocimiento científico*, 6a ed. BsAs: AZ Editora.
- Kuhn, T.S. (1962), *La estructura de las revoluciones científicas*. Buenos Aires: FCE.
- Lakatos, L. & Musgrave, A. (1965), *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona: Grijalbo.
- Lakatos, I. (1989), *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- López Armengol, M.F. (1988), "Análisis de los caracteres taxonómicos", *Univ. Nac. La Pampa, Ser. Suplem.* 4: 35-46.
- Maddison, W., et al. (1984), "Outgroup analysis and parsimony," *Syst. Zool.* 33: 83-103.
- Sattler, R. (1984), "Homology a continuing challenge", *Syst. Bot.* 9(4): 382-394.
- Szalay, F.S. (1986), "Ancestors, descendants, sister groups and testing of phylogenetic hypothesis", *Am. Rev. Syst. Evol.* 24: 12-18.
- Panero, R. & A.E. Heffes (2012), "La epistemología como disciplina plural: sociología y filosofía: análisis crítico del legado del programa fuerte", *Revista de Epistemología y Ciencias Humanas* 5: 59-81
- Pöpper, K.R. (1983), *Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico*. Barcelona: Paidós.
- Pöpper, K.R. (1968), *The Logic of Scientific Discovery*, NY: Harper and Row.
- Pöpper, K.R. (1972), *Conocimiento objetivo*. Madrid: Tecnos.
- Pöpper, K.R. (1985), *Realismo y el objetivo de la ciencia*. (Trad. Marta Sansigre). Madrid: Tecnos.
- Quine, W.V. (1990), *La búsqueda de la verdad*, Barcelona: Crítica.
- Reig, O.A. (1980), "Proposiciones para una solución al problema de la realidad de las especies biológicas", *Rev. Ven. Filosofía, Univ. Simón Bolívar* 14: 2-30.

- Toulmin, S. (1958), *The Uses of Argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Toulmin, S., Rieke, R. y Janik A. (1979), *An Introduction to Reasoning*. New York/London: Macmillan / Collier-Macmillan.
- Wiley, E.O. (1979), "Ancestors, species and cladograms. Remarks on the symposium". In: Cracraft & Eldredge (eds.), *Phylogenetic Analysis and Paleontology*. NY: Columbia University Press, pp. 211-255.