

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA**

**“DESACUERDOS RACIONALES, SELECCIÓN DE MODELOS Y SISTEMÁTICA  
FILOGENÉTICA”  
TESIS DE MAESTRÍA**

**PRESENTA:  
JAIME FABRIZIO GUERRERO MC MANUS**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. RASMUS G. WINTHER**

**MÉXICO, D. F., A VIERNES 9 DE JUNIO DE 2006.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Esta Tesis se dedica con cariño y entrega...*

*...a la Facultad de Ciencias,  
...a la Facultad de Filosofía y Letras,  
...al Instituto de Investigaciones Filosóficas,  
...en suma, a mi amada UNAM, a la que TODO le debo.*

*...a mi hermana Gabriela, que siempre ha sido y será más grande que yo.*

*...a todos los ausentes en mi vida, por no distraerme,  
...a todos los presentes en mi vida, por distraerme,  
...a todos aquellos que aún no están presentes pero que ansío me distraigan.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en esta sección a todos aquellos que de una u otra forma son cómplices, participes o forjadores de mi formación:

A LIBERTAD MENDIZÁBAL Y CAROLINA GRANADOS POR EL RECORRIDO EN SISTEMÁTICA.

A ALMA PIÑEYRO POR TANTAS COSAS QUE NO ALCANZO A RECORDAR Y SE RESUMEN CON UN BESO.

A IRERI BRUMÓN POR VEINTE AÑOS DE CAMINAR JUNTOS, A VECES DISTANTES, A VECES CERCANOS, PERO YA DESDE HACE ALGÚN TIEMPO TAN IRREMPLAZABLE Y TAMBIÉN AÑORABLE.

A PEPÉ TOÑO “EL PATRÓN” POR ESAS COSAS GRACIOSAS Y ESAS OTRAS MÁS VERGONZOSAS.

A EDGAR GONZÁLEZ POR LA ESTADÍSTICA CON UN ROSTRO INTELIGENTE Y POR SU ETERNA HUMILDAD.

A MARIANA BENÍTEZ POR LA COMPLEJIDAD CON QUE ME SONRÍE.

A ABIGAIL, ALEJANDRO, CARLA, FERNANDA, JUAN PABLO Y LOURDES POR UN INESPERADO PERO SABROSO REPLANTEAMIENTO.

A SEBASTIÁN SOLÓRZANO POR HACER PATENTE QUE LA INCONMENSURABILIDAD EXISTE, POR ESE HERMOSO SUEÑO QUE NO PUEDO TRADUCIR.

A LEONORA POR SEGUIRME, ESPERO QUE CAMINEMOS JUNTOS UN LARGO TRECHO.

A UNAI, PÁVEL, ÁNUAR, LEONARDO Y SEBASTIÁN POR ESO QUE TAMBIÉN LES TOCA.

A GIL Y MARCO POR LAS IMÁGENES RETROSPECTIVAS.

A MAXIMILIANO MARTÍNEZ QUE PESE A SU NOMBRE DE BOTÁNICO ES UNA GRAN AMIGO Y UN GRAN FILÓSOFO.

A CONACYT Y LA DGEP DE LA UNAM POR LAS BECAS QUE APORTARON ALGO MÁS QUE LA COMIDA.

A ROSAURA RUIZ POR PRESENTARME A POPPER, A KUHN Y LA FILOSOFÍA DE LA BIOLOGÍA.

A TANIA ESCALANTE Y JUAN CARLOS ZAMORA POR MIS PRIMEROS PENSAMIENTOS SOBRE LA SISTEMÁTICA.

A MARTHA, SUSANA Y EL JEFE POR MIS SEGUNDOS PENSAMIENTOS SOBRE LA SISTEMÁTICA.

A MARTHA, SUSANA Y EL JEFE POR LA BOTÁNICA QUE HOY ESCRIBO CON MAYÚSCULAS.

A MARTHA POR MIS SEGUNDOS PENSAMIENTOS SOBRE POPPER.

A MARTIN FRICKE Y ÁNGELES ERAÑA POR LA EPISTEMOLOGÍA.

A ÁNGELES POR LA AMISTAD Y SU SONRISA.

A MARIO CASANUEVA, ANA ROSA PÉREZ RANSANZ, ÁLVARO PELÁEZ, LEÓN OLIVÉ Y SERGIO MARTÍNEZ POR LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA.

A ANA ROSA PÉREZ RANSANZ Y LEÓN OLIVÉ POR LA RACIONALIDAD.

A ANA ROSA PÉREZ RANSANZ POR MIS SEGUNDOS PENSAMIENTOS SOBRE KUHN.

A RAYMUNDO MORADO, MARIO GÓMEZ TORRENTE, VÍCTOR RODRÍGUEZ Y ATOCHA ALISEDA POR LA LÓGICA.

A ATOCHA ALISEDA POR LA ABDUCCIÓN.

A CARLOS LÓPEZ BELTRÁN POR AYUDARME EN MIS PRIMEROS PASOS CONTRA EL PRESENTISMO.

A CARLOS LÓPEZ Y ATOCHA ALISEDA POR SU ESPLÉNDIDA LABOR COORDINANDO.

A HILDA FLORES, HELGA OCHOTORENA Y GERARDO PONCE POR MIS TERCEROS PENSAMIENTOS SOBRE LA SISTEMÁTICA.

A HELGA OCHOTORENA POR SU FÉRREA CONVICCIÓN CLADISTA.

A DANIEL PIÑERO POR LA EVOLUCIÓN Y EL PRIMER FORO DE IDEAS.

A XAVIER DE DONATO, PACO VERGARA, SERGIO MARTÍNEZ, CARLOS LÓPEZ Y RASMUS WINTHER POR SUS VALIOSOS COMENTARIOS SOBRE ESTA TESIS. ASIMISMO A MARTHA MARTÍNEZ POR SU CONTRIBUCIÓN A ESTE ESCRITO.

A PACO VERGARA POR, ENTRE MIL COSAS, SU AMISTAD, MIS CUARTOS PENSAMIENTOS SOBRE SISTEMÁTICA, POR EL PATRÓN EN EL CLADISMO, POR EL ANTIRREALISMO, POR SU CRÍTICA GENÓMICA Y SIMPLEMENTE POR ESTAR AHÍ.

A RASMUS WINTHER POR SU FILOSOFÍA DE LA BIOLOGÍA, POR SU CRÍTICA GENÓMICA, POR SU ÉTICA, SU FEMINISMO, SUS NIVELES DE SELECCIÓN, SU REIFICACIÓN, SUS TEOREMAS FUERTES, Y TAMBIÉN POR SU PACIENCIA, POR SUS COMENTARIOS, POR SU EQUIDAD Y POR UNA GUÍA QUE HACE POSIBLE QUE HOY LE DÉ LAS GRACIAS A TODOS. HOY TE LLAMO AMIGO Y TAMBIÉN MAESTRO, ADMIRANDOTE EN AMBAS COSAS.

A MIS PADRES, MAMÁ Y PAPÁ, Y A MI HERMANA Y TODA MI FAMILIA EN EXTENSO, POR COMPARTIR.

A BUDDHA FINALMENTE PERO CON UN INMENSO AFECTO.



## ÍNDICE

Índice.....	5
<i>Introducción</i> .....	8
<b>Capítulo Primero:</b> Virtudes, Racionalidad y Desacuerdos.....	12
1.1 Virtudes y Racionalidad en Kuhn.....	13
1.2 Virtudes y Racionalidad en Longino.....	18
Helen Longino y las virtudes Teóricas.....	23
1.3 Un recuento de las semejanzas.....	27
1.4 Esbozos de una noción de Racionalidad.....	28
1.4.a Racionalidad Acotada y Valorativa.....	29
1.5 Conclusiones.....	31
1.5.1 Sobre las virtudes teóricas.....	31
1.5.2 Sobre la Racionalidad.....	32
<b>Capítulo Segundo:</b> El problema de la Selección de Modelos.....	37
2.1 De la noción misma de Modelo.....	37
2.2 Los Modelos en Filosofía y Filosofía de la Ciencia.....	39
2.3 Una noción general de Modelo.....	48
2.4 La Sistemática Filogenética.....	50
2.5 La Inferencia Filogenética.....	52
2.6 Los Modelos en Sistemática Filogenética.....	54
2.7 Conclusión: ¿cuándo podemos ser plurales?.....	58
<b>Capítulo Tercero:</b> Desacuerdos Racionales, Selección de modelos y Sistemática Filogenética.....	61
3.1 Re-Articulando la noción de desacuerdo racional.....	62
3.2 Esbozos de una larga discusión.....	65
3.3 Modelos, Asunciones y Virtudes.....	68
3.3.a Una justificación popperiana de la máxima parsimonia.....	68
3.3.b Una defensa popperiana de la máxima verosimilitud.....	73
3.3.c Argumentos enContrados.....	75
3.4 Conclusión Final: Hubo un desacuerdo racional.....	77
Bibliografía.....	80
<i>Apéndice A:</i> Glosario de Términos Taxonómicos.....	83
<i>Apéndice B:</i> Metodologías en la Inferencia Filogenética.....	87
<i>Apéndice C:</i> La explicación en Sistemática Filogenética.....	91

## INTRODUCCIÓN

Cuando me encontraba escribiendo mi Tesis de Licenciatura, la cual versaba sobre Taxonomía, al analizar si cierta clasificación era o no natural –en el sentido de ser consistente con las relaciones filogenéticas del subgénero que en ese entonces analizaba–, hice una comparación entre una filogenia obtenida con el algoritmo de la máxima parsimonia y otra filogenia obtenida con un algoritmo fenético. Esa comparación desató una crítica por parte de una de mis sinodales, quien argüía que tal comparación era imposible ya que esas filogenias eran inconmensurables, yo, por el contrario argüía que eso no tenía sentido ya que ambas tenían el mismo referente, a saber, las especies que conformaban ese subgénero. A raíz de esa discusión es que decidí adentrarme en la filosofía de la ciencia, y ha sido esa discusión el motor que me llevó a escribir esta Tesis.

Si bien la noción de inconmensurabilidad que tanto yo como mi sinodal manejábamos era, lo sé hoy, del todo inapropiada, lo cierto es que no es tan simple resolver la siguiente problemática, que fue telón del conflicto que he descrito y que consiste en lo siguiente:

Supongamos que alguien se encuentra analizando las relaciones filogenéticas de un taxón y se encuentra en la literatura análisis realizados a la luz de diferentes algoritmos, ¿qué debe hacer ese sujeto?, ¿debe acaso realizar un análisis más o debe retomar alguno preexistente?, obviamente si los estudios son en algún sentido deficientes la respuesta es hacer uno y proponerlo, pero, digamos que los estudios ofrecidos en la literatura son metodológicamente –con relación a los principios que gobiernan el uso de cada algoritmo– sólidos y que han incorporado la mayor cantidad disponible de caracteres y taxones, y que además, para nuestra mala fortuna, cada análisis nos ofrece una representación diferente de las relaciones filogenéticas; ello nos pone en un aprieto, por decirlo en términos coloquiales, ya que una hipótesis hasta ahora irrenunciable en la sistemática ha sido que sólo existe un único árbol de la vida y una única representación de ese mismo árbol si atendemos únicamente al patrón, así, una multiplicidad de representaciones, todas apoyadas por un estilo diferente de modelación de las relaciones filogenéticas, necesariamente nos invita a hacer *algo* para resolver ese problema de la multiplicidad.

Y es ese *algo*, esa forma de atender al problema, lo que ha suscitado una larga serie de artículos en los cuales se han propuesto soluciones que van desde el descartar todas

menos una de las representaciones, salvando únicamente aquella que satisfaga una serie de estándares sobre cómo debe construirse una filogenia y cómo debe justificarse, hasta propuestas que rayan en la elección arbitraria de cualquiera de esas filogenias, pasando claro está por propuestas que invitan a construir representaciones que integren todos los árboles preexistentes; sin embargo, atendiendo al primer tipo de respuestas, ello ha traído una discusión sobre cuáles son estos estándares que decidirán en última instancia si debemos escoger o no cierta filogenia, y con relación al otro extremo, esa misma literatura ha cuestionado la validez de una elección totalmente arbitraria.

En el caso de los partidarios de combinarlas, de elaborar una representación que incorpore la información contenida en todas las filogenias obtenidas por diferentes métodos, ello también ha suscitado controversias ya que hay sistématas que consideran esto en extremo inapropiado ya que tal árbol carecería de una justificación metodológica a la luz de los estándares que se toman como centrales puesto que tal práctica incorporaría información que deviene de análisis que se conciben como inapropiados, inadecuados y nada informativos; así, la combinación compromete la objetividad de la representación, entendiendo a la objetividad como un procedimiento en el cual un algoritmo produce una cierta topología –representación–.

En suma, cualquier solución ofrecida hasta ahora ante la multiplicidad de representaciones de un supuesto único árbol tiene sus defensores y sus detractores. Y en cada caso los disputantes alegan la existencia de una serie de estándares que justifican la solución que ellos ofrecen y que hacen insostenibles las respuestas alternativas.

Así, mi perplejidad inicial ante la imposibilidad de comparar diversas representaciones se transformó en una perplejidad sobre el enorme desacuerdo al interior de la sistemática misma sobre si podemos o no comparar diversas filogenias, sobre si podemos o no combinarlas y producir una especie de superárbol que integre todos los ofrecidos hasta ese momento, pero más que nada, se transformó en una perplejidad sobre la variabilidad de estándares de justificación al interior de la disciplina. Para ser una disciplina que tiene un compromiso tan fuerte con la unicidad del árbol de la vida y de una representación del patrón que en éste subyace, la multiplicidad de posiciones resulta ser sorprendente, al menos para mí.

Y es en parte por las perplejidades antes mencionadas por las que decidí abordar este tema. En un comienzo mi interés era analizar si había alguna noción sobre la inconmensurabilidad que fuese interesante y aplicable a esta discusión. Pero no tardé mucho en descubrir que autores como Kuhn, defensor paradigmático de la inconmensurabilidad, jamás afirmaron que la inconmensurabilidad implicase imposibilidad de comparación. La inconmensurabilidad era la imposibilidad de comparar uno a uno los enunciados de una teoría científica, entendiendo a las teorías como cuerpos de enunciados.

Sin embargo, en la sistemática lo único describable como sistemas de enunciados son los sistemas de clasificación, no las representaciones de las relaciones filogenéticas; empero ello era casi irrelevante, Kuhn enfatizaba que la comparación era posible porque había aspectos compartidos que la posibilitaban, entre esos aspectos figuraban de manera central los valores. Desafortunadamente los estándares al interior de la sistemática no parecían compartirse, concebirlos como valores, lo cual no era para nada sencillo, no ayudaría mucho toda vez que parecía no existir un cuerpo compartido de estándares que ayudasen en la comparación. Ese bemo, y algunos otros que abordaré en un segundo, atrajeron mi atención hacia la noción de desacuerdo racional que Kuhn esbozó en su Postdata de 1969 y que luego desarrolló en su famoso artículo de 1977 en el cual explora el rol de los valores en la ciencia.

Ese desacuerdo en el cual cada grupo de disputantes ofrecen razones que, sin embargo, no son ponderadas de igual forma por los contrincantes me pareció muy similar a lo que yo percibía en la sistemática filogenética. Desafortunadamente la definición kuhniana era, digámoslo de frente, escueta y algo vaga. Kuhn nos hablaba de valores y nos ofrecía una lista, nos decía que podían ponderarse diferente o simplemente variar y que ello resultaban en evaluaciones diferentes ya que el mismo criterio era cambiante; y ahí finalizaba cualquier sugerencia de cómo analizar si un desacuerdo observado era racional o no ya que acto seguido se perdía la distinción cuando Kuhn la aplicaba a encuentros entre paradigmas inconmensurables en los cuales existían un problema de entendimiento, o al menos así los formulaba Kuhn en ciertos momentos.

Además, como parte de los otros bemoles a los cuales hice referencia unos párrafos atrás, para mí resultaba claro que los paradigmas o las matrices disciplinares de Kuhn estaban muy lejos de los cladogramas, incluso éstos estaban muy lejos de la visión clásica

de las teorías. Ello me obligaba a dos cosas: primero, tratar de desarrollar una noción de desacuerdo racional que me permitiese hacer un análisis en la sistemática, ello requería elaborar la noción propuesta por Kuhn de tal forma que hubiese características que pudiesen esclarecer cuando un desacuerdo es racional, cuando es una mera necesidad por parte de alguno de los actores involucrados, y cuando era un problema de falta de comunicación. Segundo, me obligaba a desarrollar un análisis sobre qué eran los cladogramas y cómo ello se podía articular de tal forma que pudiésemos explorar si la noción establecida antes era en efecto aplicable a la sistemática, para poder decidir si en tal discusión había un genuino desacuerdo racional o en verdad era un problema general de falta de entendimiento o de necesidad por parte de los actores involucrados.

Así, el primer punto me llevó a la propuesta de Helen Longino, quien desarrolla un proyecto de epistemología social en el cual hay estándares comunitarios que deben satisfacerse si es que queremos defender que en tal comunidad hay un conocimiento científico, esos estándares eran tanto al nivel sociológico como al nivel epistemológico. En el nivel sociológico implicaba la existencia de (i) canales para la difusión de la crítica, (ii) la recepción de la misma, la formulación de respuestas a la misma y un cambio de actitud en caso de que la crítica muestre que ello es pertinente, requiere asimismo de la existencia de (iii) un mínimo de estándares compartidos en lo epistemológico y de (iv) una equidad intelectual atemperada, lo cual significa que los miembros de la comunidad deben cambiar de opinión, o sostenerla, por motivos asociados a la justificación del conocimiento y no por mecanismos coercitivos de algún tipo. El proyecto de Longino ofrecía también la posibilidad de incluir, dentro de esos estándares compartidos, valores y normas típicamente epistemológicos pero que eran definidos al interior de las comunidades, rescatando así una intuición kuhniana. Pero, y lo que resultó más sobresaliente, ofrecía la posibilidad de que el incumplimiento parcial de algunos de esos puntos llevase a desacuerdos racionales, mientras que el incumplimiento de otros llevaba a desacuerdos no racionales.

En el caso de los desacuerdos racionales éstos se dan cuando lo único que no se comparte al interior de una comunidad son los estándares epistemológicos, o al menos éstos no se ponderan en la misma forma; en el caso de desacuerdos no racionales, éstos se dan cuando no existen canales para la crítica, y por tanto los sujetos no pueden acceder a argumentos, razones o evidencias que podrían ser relevantes para su investigación, ello no

implica que actúen en forma irracional, sólo que sería absurdo reprocharles que su conocimiento situado los hace pasar por alto razones, evidencias o argumentos que podrían influir en sus decisiones pero que no les son disponibles. Ése es un desacuerdo arracional ya que ninguna de las partes actúa irracionalmente, todas harán lo posible dado el conocimiento y los recursos epistémicos que poseen. Por el contrario, el incumplimiento del requisito dos y cuatro nos lleva a un desacuerdo irracional, ya que cierta parte de la comunidad simplemente no responde o no atiende a las críticas y no cambia su actitud incluso cuando éstas son relevantes para la investigación que ese sector de la comunidad realiza, o porque cierto sector utiliza su posición privilegiada para censurar argumentos o razones, o elimina evidencia, que ciertamente sería relevante para la investigación que se realiza, eliminando en ambos casos posibles críticas que atañen a la justificación de considerar cierto contenido o información como conocimiento justificado.

Sin embargo, el proyecto de Longino también fue pertinente ya que incorporaba nociones sobre aquello que llamamos modelos, un término altamente heterogéneo en su uso, que eran lo suficientemente generales como para permitir una conceptualización de los cladogramas como un tipo de modelos que, válgame la redundancia, modelan segmentos del árbol de la vida, no ya a partir de los seres vivos en forma directa sino –esto es añadido mío y no proviene del proyecto de Longino– a partir de modelos sobre qué cuenta como informativo a la hora de construir un cladograma, y sobre cómo individuar a las unidades que serán objeto de análisis, en este caso los taxones; a tales modelos les he llamado modelos de identidad taxonómica en oposición a los cladogramas a los cuales he llamado modelos de patrón.

Así, definiendo por un lado a los cladogramas como un cierto tipo de modelos, y reconociendo una lista de requisitos que permitía distinguir un desacuerdo racional en oposición a desacuerdos arracionales o irracionales, me fue posible reconstruir parte del debate que ocurrió en sistemática, al menos la parte que se suscitó en torno a dos metodologías muy usadas, la máxima parsimonia y la máxima verosimilitud. Esta discusión comienza en los 1970's pero se agudiza en los 1990's y principios de los 2000's hasta que termina por replantearse a la luz de una serie de críticas novedosas sobre la pertinencia de ambos métodos. Ello hace que mi propio análisis deba concebirse como situado en un contexto temporal específico, y ciertamente en un contexto científico específico ya que la

discusión se desarrolló en journals propios de la sistemática, todos reconocidos y de amplia circulación.

En este punto tengo que hacer una aclaración, la noción de desacuerdo racional que he elaborado puede plantearse, retomando esto de Longino, atendiendo a una noción contextualista de la justificación, es decir algo se considera justificado cuando, en el contexto en el cual se le propone, se le ha podido defender de todas o una gran cantidad de objeciones formuladas en ese contexto de tal forma que este contenido informacional o estándar goza de algún grado de apoyo. En este sentido el desacuerdo sería meramente descriptivo ya que no se involucra con los procesos propios de la comunidad que justifica o trata de justificar sus propios estándares. Entendido así esta Tesis podría enfocarse a una discusión que se cerró en el siglo XXI cuando Olivier Rieppel mostró que las justificaciones tradicionales de ambas metodologías eran igualmente insatisfactorias.

Nótese que ello muestra como la noción misma de desacuerdo racional no implica que, dado el desacuerdo, en el futuro la elección no pueda darse en forma tal que se logre un consenso –o que finalmente se rechace el marco con el cual se argumentaba–; recordemos que el mismo Kuhn localizaba a los desacuerdos en un intervalo de tiempo, así, no es mi intención sugerir que las elecciones estarán abiertas por tiempo indefinido cuando se afirma que existe un desacuerdo racional.

Así, ahora puedo adelantar de manera sucinta mi argumento. Los criterios de aceptabilidad de los cladogramas son altamente dependientes de ciertas virtudes teóricas – la simplicidad o la verosimilitud– y aunque en ambos casos encontramos justificaciones de porqué usamos tal criterio y no otro, esas justificaciones, aunque amparadas a la luz de un criterio popperiano, dependen de factores subjetivos –los cuales esta tesis no aborda– pero no idiosincrásicos, asimismo dependen de factores valorativos sobre qué cuenta como informativo y como un correcto patrón de inferencia; por último dependen de la forma en la cual se interpreta el estándar mismo de evaluación a la luz de las virtudes ya mencionadas, lo cual es el punto central de esta tesis. Dicho lo anterior, y para cerrar esta introducción, mi análisis también pretende mostrar que los valores se percolan en los modelos de patrón, haciendo que la creencia naïve de algunos taxónomos que sostienen una correspondencia literal entre cladogramas y árbol de la vida deba postularse con más cautela.

**CAPÍTULO PRIMERO:**  
**VIRTUDES, RACIONALIDAD Y DESACUERDOS.**

Kuhn ha defendido en varias ocasiones (véase Kuhn, 1969, 1977) la noción de que dos sujetos pueden actuar de forma perfectamente racional y sin embargo arribar a conclusiones encontradas en el proceso mismo de elegir entre teorías, es decir arribar a un desacuerdo racional (provisionalmente definido como un desacuerdo entre sujetos racionalmente competentes que, pese a actuar racionalmente, son incapaces de alcanzar un acuerdo común). En esta noción de desacuerdo subyace una racionalidad acotada y basada en valores, sin embargo el argumento kuhniano no nos ofrece un análisis detallado de cómo podríamos identificar un desacuerdo de esta naturaleza y distinguirlo de un mero desacuerdo en el cual una de las partes discursivas actúa irracionalmente o bien carece de la información pertinente, es decir no se esclarecen las reglas mínimas que debe tener una comunidad y el discurso sostenido a su interior para que podamos hablar de desacuerdo racional. Así el objetivo del presente capítulo es entonces desarrollar la posición kuhniana para luego mostrar las semejanzas que ésta tiene con las tesis defendidas por Longino (2002); lo anterior se realiza con la intención de articular la noción de desacuerdo racional a la luz de la epistemología social de Longino que si ofrece un análisis detallado de cómo concebir una teoría como justificada en un contexto dado en la cual hay estándares que nos permiten afirmar que el discurso sostenido tiene un mínimo de eficacia al permitir la articulación de argumentos y contraargumentos, su propuesta puede así rescatar el núcleo conceptual de la tesis kuhniana y hacerla mucho más inteligible. Cabe destacar que en este sentido los autores coinciden al rechazar una concepción idealizada del agente racional para reconocer que la racionalidad es esencialmente un proceso acotado y que se encuentra separado de la búsqueda de la verdad (entendida en un sentido metafísico monista), con lo cual se abre la posibilidad de sostener un pluralismo fuerte sin una pérdida en la racionalidad.

Dicho lo anterior comentaré brevemente cuál es la estrategia del texto, primero, presentaré un esbozo de las posiciones generales de Kuhn y Longino, ahondando en la caracterización que cada autor hace de las virtudes teóricas para, por último, analizar las

consecuencias que ello tiene en el terreno de la elección de teorías y de la racionalidad misma. La selección de estos autores y no otros obedece, entre otras cosas, a que implícita o explícitamente encontramos en sus posiciones la posibilidad de desarrollar el concepto de desacuerdo racional, concepto que va ligado con el pluralismo y que será en última instancia un punto de interés especial en el trabajo. Asimismo porque en el caso de Longino el objeto de análisis son modelos y no matrices disciplinares, cambio que en principio posibilitará analizar el tema central de esta Tesis, los procesos de inferencia filogenética, sin tener que recurrir al grueso de la posición kuhniana.

### **1.1 Virtudes y Racionalidad en Kuhn<sup>1</sup>**

Para entrar de lleno en el tema es necesario definir a las virtudes teóricas, las cuales son ante todo valores, es decir atributos o propiedades presentes en las teorías científicas y que valoramos porque, entre muchas otras cosas, nos guían en la elección o selección de teorías científicas competidoras. En la filosofía de la ciencia del siglo XX, como se puede ver en el famoso ensayo “*Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice*” escrito por Kuhn en 1977, se reconocieron fundamentalmente cinco virtudes que se han tomado como constitutivas de la ciencia (si bien no por el mismo Kuhn): la adecuación empírica, la simplicidad, la fecundidad, la coherencia entendible como consistencia externa e interna y el alcance.

En este ensayo la aportación de la posición kuhniana no radica en su compromiso o crítica hacia estos valores, su aporte es más bien una revaloración del papel que éstos juegan pues Kuhn afirma que los valores condicionan la elección entre teorías aunque no la determinan (Kuhn, 1977). De hecho su importancia es tal que Kuhn los considera (Kuhn, 1977b, 1977c) como el tercer elemento de las matrices disciplinares, junto con las generalizaciones simbólicas, los compromisos ontológicos y los ejemplares paradigmáticos.

Sobre la forma en la que los valores se articulan Kuhn nos menciona lo siguiente:

“Primero, una teoría debe ser empíricamente adecuada: dentro de su dominio, es decir, las consecuencias deducibles de una teoría deben estar en concordancia con los resultados de los experimentos existentes y las observaciones. Segundo, una teoría debe ser consistente, no sólo

---

<sup>1</sup> Véase la Tabla 1 al final de este capítulo para un resumen puntual de las coincidencias entre Kuhn y Longino.

internamente sino con otras teorías contemporáneas aplicadas a aspectos relacionados de la naturaleza. Tercero, debe tener un alcance amplio, en particular las consecuencias de una teoría deben extenderse más allá de las observaciones particulares, leyes, o subteorías que se pretendían explicar en un primer momento. Cuarto y relacionado, debe ser simple, trayendo orden a fenómenos que en su ausencia aparecería aislados... Quinto... una teoría debe ser fructífera... mostrando nuevos fenómenos o relaciones previamente desconocidas..." (Kuhn, 1977; pp. 321-322).

Sin embargo, de entre todos estos criterios, la adecuación parece ser fundamental como se ve en el siguiente pasaje:

"Comenzando con la adecuación empírica, la cual para el tema en cuestión considero tanto cuantitativa como cualitativa... [es menester afirmar que ésta aparece como] el criterio más decisivo de todos los mencionados, en parte por ser menos equívoco que ellos pero especialmente por su poder predictivo y explicativo...[Empero, la] adecuación permite discriminaciones, pero no de la clase que normalmente nos guía a una elección inequívoca... Sin embargo, importante como es, la precisión por sí misma casi nunca o nunca es un criterio suficiente para la elección de teorías." (Kuhn, 1977: pp. 323).

Empero Kuhn reconoce que individualmente estos criterios son imprecisos y que de hecho, al aplicarse en conjunción pueden resultar contradictorios. Menciona que las diferencias con respecto a los pesos pueden resultar de tres aspectos. Primero, la experiencia previa de cada científico que puede influenciar el peso de valores que asigna. Segundo, creencias o compromisos que el científico posee y que son ajenos a su propio quehacer científico. Tercero, algunas diferencias pueden deberse a diferencias de personalidad. Lo anterior hace que la elección de cada individuo con respecto a cierta teoría se dé a la luz de una mezcla de factores compartidos, tradicionalmente denominados como 'objetivos', y factores idiosincrásicos, tradicionalmente referidos como 'subjetivos' (Kuhn, 1977). Dado lo anterior, el carácter racional *qua* racionalidad científica podría verse seriamente dañado si admitimos que lo subjetivo puede ser, y de hecho es, fundamental en el proceso de toma de decisiones, entendiendo como subjetivo aquello que no es argumentable (Kuhn, 1977). De esta forma una precisión central es que Kuhn (1977) conceptualiza lo subjetivo como aquello que se opone a lo objetivo –el ojo de Dios por emplear una metáfora conocida– y no como aquello que se opone a lo argumentable, es decir, lo subjetivo es también discutible pero el resultado está condicionado a los valores epistémicos de los sujetos implicados.

Dicho esto entonces puede abordarse el posicionamiento de Kuhn en torno a la racionalidad, posicionamiento que Kuhn esboza en su (1977) pero sobretudo en su (1987), y que deriva de su análisis de las transiciones revolucionarias con las cuales Kuhn (1987)

describe el proceso de sucesión-elección de teorías a través del tiempo. Este análisis de carácter diacrónico enfatiza tanto las “buenas razones” –tradicionalmente se les adjudica este valor a la observación y a la lógica– para apoyar una teoría, al mismo tiempo que reconoce que éstas no son suficientes para dar cuenta del cambio, es decir, de la elección misma.

Kuhn sin embargo continúa reconociendo que la elección de teorías desde un punto de vista racional involucra la posibilidad de comparar estas mismas teorías, pero para él, gracias al problema de la inconmensurabilidad, la elección se parece más a un bilingüismo que al enfoque más tradicional e incluso, retomando la variación en las formas de aplicar criterios, Kuhn nos dice:

“Algo más importante aún: en aquellas situaciones en que hay que aplicar valores, los diferentes valores, tomados por separado, a menudo obligarán a hacer diferentes decisiones... En suma, aunque los valores sean generalmente compartidos por los hombres de ciencia y aunque el compromiso con ellos sea a la vez profundo y constitutivo de la ciencia, la aplicación de valores a menudo se ve considerablemente afectada por los rasgos de la personalidad individual que diferencia a los miembros del grupo.” (Kuhn, 1969; pp. 284).

Así, el proceso de comparación de teorías en Kuhn no puede darse vía una comparación uno a uno de los enunciados de una teoría, ni tampoco con referencia a un cuerpo evidencial compartido, por lo cual la comparación<sup>2</sup> recae, al menos parcialmente, en el proceso valorativo asociado a las teorías científicas. Estos valores, como se había dicho anteriormente, constituyen el tercer elemento de la matriz disciplinar y sobre ellos Kuhn (1969) afirma lo siguiente:

“[S]u importancia radica en que le permiten a los miembros de una comunidad identificar una crisis o, después, escoger entre formas incompatibles de practicar su disciplina...[U]n aspecto de los valores compartidos requiere en este punto una mención particular. En un grado más considerable que otras clases de componentes de la matriz disciplinaria, los valores deben ser compartidos por personas que difieren en su aplicación. Los juicios de precisión y exactitud son relativamente estables, aunque no enteramente, de una vez a otra y de un miembro a otro en un grupo particular. Pero los juicios de sencillez, coherencia, probabilidad y similares a menudo varían grandemente de individuo a individuo.” (Kuhn, 1969; pp. 283-284).

Sin embargo, la afirmación anterior hace posible que:

---

<sup>2</sup> Otros aspectos que permiten la comparación son: primero, que en principio la inconmensurabilidad es local, es decir, la alteración de las taxonomías subyacentes a las teorías nunca es tan abarcante que elimine la existencia de ciertos términos compartidos, y segundo, que los ejemplares metodológicos servirán para vincular los viejos términos con los nuevos (Kuhn, 1983a).

“...dos hombre comprometidos con la misma lista de criterios de elección [puedan] sin embargo alcanzar diferentes conclusiones. Posiblemente interpretan [los valores] de forma diferente o tienen convicciones diferentes sobre el rango de campos sobre los cuales [un cierto criterio] es aplicable... o tal vez están de acuerdo en estos aspectos pero difieren con respecto a los pesos relativos para estos o aquellos criterios cuando se les emplea conjuntamente” (Kuhn, 1977; pp. 324).

Así pues, la comparación, aunque posible, no garantiza una solución consensual al final del proceso deliberativo. De hecho Kuhn llega a afirmar que...

“...la forma en la que los científicos llegan a abandonar una teoría o paradigma alguna vez honrado en favor de otro... ‘no pueden resolverse por medio de una prueba’ [en el sentido lógico]... [El historiador] no encontrará un punto en el cual la resistencia se vuelve ilógica o anti-científica” (Kuhn, 1977; pp. 320)<sup>3</sup>.

Pasaje en el cual se niega la existencia de una racionalidad instantánea, y que se ha leído, junto con otras partes de la obra de Kuhn (1977, 1983b), como una afrenta o negación del carácter racional de la ciencia. Sin embargo parece más correcto considerarlo como una crítica hacia una visión universal de la racionalidad científica, o, parafraseando a Pérez Ransanz (2000), un abandono del ideal de racionalidad como racionalidad estricta o euclidiana, es decir, un conjunto de reglas de decisión universales y necesarias que guían el proceso de elección entre alternativas decidibles, al menos en principio.

De esta forma la concepción de la racionalidad kuhniana emana de la tesis de la inconmensurabilidad y de la tesis sobre la carga teórica de la observación pues éstas ponen en tela de juicio la idea de fundamentos últimos del conocimiento, de componentes absolutamente estables, se trate de supuestos metafísicos, valores epistémicos, herramientas formales, estrategias de procedimiento o enunciados de observación (Pérez Ransanz, 2000).

Lo anterior, en palabras de Kuhn, da lugar al rechazo del fundacionalismo epistémico y con ello a la renuncia de la noción de verdad por correspondencia<sup>4</sup>, en la cual el objetivo de las teorías es representar “como un espejo” a un mundo externo dado (Pérez Ransanz, 2000).

---

<sup>3</sup> Todas las traducciones de este texto son libres.

<sup>4</sup> Cabría preguntarse si el rechazo de Kuhn es más correctamente un rechazo ante una noción metafísica de la verdad que entraña una única posible correspondencia, universal y aplicable para todos los agentes racionales. Dado este rechazo todavía es posible sostener un enfoque semántico correspondentista, un esfuerzo de esta naturaleza lo realiza Wang (2002). La distinción puede trazarse también como una distinción entre un realismo de modelos –semántico– o una inclinación epistemológicamente realista (Okasha, 2002).

Así, al rechazar la concepción metafísica de la verdad, Kuhn separa el aspecto racional de la justificación –que ya no es más una fundamentación del conocimiento con base en una experiencia desnuda cuyo contenido se transmite deductivamente a un lenguaje teórico–, del aspecto de la verdad. La justificación adquiere entonces un aspecto instrumental al definirla con relación a un ejercicio de resolución de enigmas (Pérez Ransanz, 2000). Esta ruptura con el concepto tradicional de racionalidad le permite a Kuhn postular que el proceso mismo de evaluación de teorías es holístico (Kuhn, 1983). Este carácter deviene de la relación holística que entre las teorías se entreteje ya que los términos de una teoría, aunque se definen parcialmente entre sí –vía las clases de contraste, por ejemplo–, lo cual explica el carácter local de la inconmensurabilidad al ocurrir un reemplazo, también interactúan con términos ajenos a la teoría, proporcionando en este sentido una serie de elementos comunes a las dos teorías, la reemplazada y la reemplazante. Así, el proceso de cambio de una teoría entraña revisiones en algunas partes del resto del corpus científico pero no un reemplazo de todo el corpus (Kuhn, 1983; Pérez Ransanz, 2000).

De la posición de Kuhn se siguen así dos tipos básicos de cambios, unos ocurren al nivel de las teorías mismas, otros al nivel de los valores que guían la elección misma de teorías. El cambio en ambos aspectos está relacionado pues cambios en el primer nivel desencadenan una revaloración de los criterios de selección, al mostrarse que una teoría, dado cierto contexto, ha resultado más exitosa a la luz de ciertos valores que se asociaban con ella; una situación análoga se da cuando el cambio de valores antecede al cambio de teorías (Kuhn, 1977).

Con ello Kuhn no ha abandonado la racionalidad científica pues, primero, estos valores constriñen de cierta forma las decisiones de la comunidad, y segundo, permiten una variación fundamental para la ciencia. Lo cual, aunado al rechazo tácito entre racionalidad práctica y racionalidad teórica, expuesto en su versión más notoria cuando Kuhn afirma que hay conocimientos tácitos asociados al saber cómo –*know how*–, es decir, a las habilidades científicas que juegan un papel en la confiabilidad del proceso científico, permite reconocer la importancia que Kuhn le da al contexto pedagógico y a los ejemplares metodológicos al conectar a diversas generaciones de científicos pues, son éstos los que permiten aprender a

abordar los problemas clásicos de una disciplina y son éstos los que serán usados como cánones para tratar de resolver nuevos problemas (Kuhn, 1969; véase también su 1991).

Ahora bien, ello no implica que el diálogo científico conduzca siempre al consenso incluso si se consideran todos los aspectos antes mencionados. La posibilidad de un disenso racional siempre está presente, posibilidad que Kuhn considera incluso en momentos tan tempranos como su Postdata de 1969.

En ésta, un posible resultado asociado al encuentro de dos posiciones inconmensurables, y una vez superados los primeros malentendidos, cuando ya el bilingüismo permite a los científicos entender ambas posiciones, es la incapacidad sistemática en el proceso de selección, de llegar a un acuerdo. Y es que, aunque en principio este proceso debería de estar mediado por valores más o menos compartidos puede que de hecho no exista un cuerpo de valores compartidos o que en caso de existir, éstos no se apliquen de igual forma. Si esto ocurre es aquí donde la persuasión o el reemplazo generacional podrán aparecer y finalmente disolver un problema más que resolverlo. Sin embargo, en *El camino desde la estructura*, Kuhn (1991) parece contemplar otra posibilidad, que tal falta de resolución dé paso a una especiación y con ello al surgimiento de dos disciplinas hijas.

## **1.2 Virtudes y Racionalidad en Longino**

Si bien Longino no desarrolla el tema de la racionalidad en forma explícita, lo cierto es que, al desarrollar algunos aspectos en torno a la noción de objetividad, si menciona que debemos reconocer tanto el carácter situado de los sujetos como sus limitaciones computacionales (Longino, 2002). Asimismo, ella también considera que la elección de los fines de la ciencia es un proceso que debe atender a ciertas necesidades humanas (Longino, 1993, 1995, 2002) entre otros valores. Así, no es descabellado afirmar que detrás de su posicionamiento hay una visión de la racionalidad que es al menos afín a la racionalidad valorativa acotada con la cual pretendo describir a Kuhn. Para mostrar este punto sin embargo sería conveniente adentrarnos en su posición, al menos someramente.

En su (2002) Longino desarrolla un proyecto de epistemología social en el cual compara los proyectos sociologistas de la ciencia, defendidos por el Programa Fuerte y por

los microsociólogos como Latour y Knorr Cetina, con los proyectos epistemológicos tradicionales, sobretodo los defendidos por el positivismo, el neopositivismo de Quine y las posiciones de Laudan y Kicther, y concluye que en ambos casos hay una respuesta insatisfactoria ante el problema de qué es el conocimiento.

En el caso de los enfoques tradicionales Longino (2002) considera inaceptable que el conocimiento se defina como una creencia verdadera justificada, su crítica descansa en que la noción de verdad usada en esa definición de conocimiento es metafísica y no toma en cuenta las limitaciones cognitivas de los sujetos, es decir su condición de sujetos situados, igualmente afirma que la noción de justificación atada a la lógica deductiva clásica termina por empobrecer a la epistemología ya que es incapaz de incorporar aspectos prácticos que también tienen un rol en la justificación.

En el caso de los enfoques sociologistas su crítica descansa en que se considere como conocimiento a las creencias que posee un sujeto y que son el resultado de (y por tanto son causadas por) su situación social. Para ella esa definición entraña la renuncia a toda normatividad, enarbola cierto sobredeterminismo sociológico y se compromete con una dicotomía entre lo social vs. lo natural de tal forma que lo natural es dejado de lado y con ello la base empírica de la ciencia. Ella reconoce sin embargo que en ambos enfoques hay posiciones más o menos radicales y que sus críticas no son aplicables a todos y cada uno de los autores que han desarrollado tales posiciones.

La fuente del problema, nos dice Longino (2002) radica en una falsa oposición entre lo epistemológico y lo sociológico, oposición que da lugar a una dicotomía entre lo racional vs. lo social. Esta dicotomía de hecho se puede subdividir en tres dicotomías diferentes. La primera es una dicotomía sobre el sujeto cognoscente y en la cual se tiende a oponer un individualismo a ultranza, en el cual la cognición es llevada a cabo por un supersujeto y ocurre en un mundo idealizado, con un no individualismo a ultranza, en el que el sujeto cognoscente es la sociedad o un subconjunto. La segunda dicotomía descansa en la defensa de un monismo de ultranza al cual se le opone un no monismo de ultranza. El monismo de ultranza se compromete con la idea de que sólo hay una única y última representación del mundo, el no monismo de ultranza se compromete con la idea de que toda representación es igualmente válida. Por último la dicotomía entre el relativismo vs. el no relativismo, a diferencia de la dicotomía anterior ésta habla no ya del contenido representacional sino de

los procesos de obtención de conocimiento, es decir se defiende o que hay sólo una única forma de conocer o que todas las formas son igualmente válidas.

La propuesta de Longino es romper tal dicotomía al afirmar que el sujeto cognoscente es el individuo, pero que éste está situado espacial, temporal y culturalmente; así ella afirma la interdependencia cognitiva entre los sujetos. Con relación al contenido del conocimiento ella afirma que el monismo de ultranza falla ya que es incapaz de reconocer la subdeterminación de las teorías por la evidencia, y propone un pluralismo representacional en el cual algunas de entre todas las posibles representaciones recogen aspectos del mundo, sin embargo, ninguna de ellas es más o menos verdadera que las otras.

Ello lo hace en relación directa con su defensa de un pluralismo en las formas en las cuales conocemos, de ahí que sea contextualista, ya que afirma que en cada contexto se establecen formas específicas de crítica –no únicamente argumentativa sino a través de evidencia observacional y procedimientos de investigación–; gracias a ello es capaz de afirmar que no toda representación estará igualmente justificada en un contexto pero que en diferentes contextos diferentes representaciones estarán justificadas. Ella aclara que sin embargo se compromete con un mínimo seguimiento de la regla lógica de la no contradicción así como un empirismo mínimo en el cual lo observable, si bien se negocia socialmente –en el sentido de qué es observable y qué se toma como evidencia relevante–, sigue tomándose como base evidencial irrenunciable (Longino, 2002).

Así, ella pretende defender una epistemología pluralista cuya unidad de análisis son los enfoques, a los cuales describe como una clase de preguntas unidas con un conjunto de herramientas de investigación usadas para desarrollar respuestas a esas preguntas (Longino, 2000). En su opinión este pluralismo desemboca finalmente en un realismo atemperado, es decir, un realismo en el cual enfoques que difieren en su nivel de análisis pueden sin embargo representar adecuadamente una misma red causal en diversas formas. Asimismo esta red causal puede tener diversos comportamientos de acuerdo a los condiciones bajo las cuales se le modela (Longino, 2000).

Para Longino el papel de la ciencia no es únicamente describir el mundo, ella enfatiza el aspecto práctico relacionado con la intervención en el mundo, ya sea para controlarlo, obtener utilidades o sólo para realizar predicciones más adecuadas.

Una explicación completa, en sus palabras, sólo es alcanzable por medio de una batería de enfoques, parcialmente traslapados, parcialmente autónomos y que se resisten a ser reconciliados. Esto desemboca en un pluralismo de teorías en un solo mundo cuya relación con la epistemología se gobierna vía las siguientes máximas:

“1. La pluralidad de las representaciones en [la ciencia] puede ser una función de cómo el mundo es, o del equipamiento intelectual humano para entender al mundo, así como de los intereses con los cuales nos aproximamos a él. Nuestra epistemología no puede distinguir entre ellos por ende:

2. Una epistemología satisfactoria debe estar abierta a un pluralismo teórico o a una unificación teórica siendo el resultado final producto de la investigación (¿cómo si existiese tal cosa!).

3. La discusión en torno al pluralismo no debe ser decidida por la epistemología que uno ha escogido.

4. Una humildad apropiada requiere de una epistemología modesta. Una epistemología –una teoría del conocimiento humano– no debe prometer conocimiento completo (o cambiarlo por otros absolutos como la certeza) pero debe dar sentido de las distinciones y juicios normativos que son parte del discurso epistémico” (Longino, 2000; pp. 270-271)<sup>5</sup>.

Sobre el problema de la justificación y el aspecto normativo que la máxima cuatro acarrea, Longino (2000) menciona que la tesis de la subdeterminación nos muestra cómo la justificación ocurre siempre en un contexto conformado por asunciones, muchas de las cuales no están justificadas, no son lógicamente verdaderas ni autoevidentes y que no pueden justificarse sin recurrir a otras premisas, las cuales puede que tampoco estén justificadas. Estas asunciones, sin embargo, incluyen normas sobre qué cuenta como evidencia y cómo ésta se relaciona con la teoría, y son el resultado de la interacción de los sujetos entre sí y con el mundo mismo. Así todo componente normativo debe incluir las interacciones sociales pues son éstas las que regulan los factores idiosincrásicos. Para Longino estas asunciones nunca estarán justificadas de tal forma que sobrevivan cualquier posible reformulación.

Dicho lo anterior es posible presentar el criterio de aceptabilidad de Longino que ella presenta en la siguiente forma:

“Usando este enfoque social de la justificación uno puede decir que:

Una teoría *T* o hipótesis *H* es epistémicamente aceptable en la comunidad *C* en el tiempo *t* si *T* o *H* están apoyadas por los datos *d* que cuentan como evidencia para *C* en *t* a la luz del razonamiento y las asunciones de fondo que han sobrevivido un escrutinio crítico desde el máximo de perspectivas disponibles para *C* en *t*, y que las estructuras discursivas de *C* satisfacen las condiciones de una crítica efectiva” (Longino, 2000; pp. 275, cursivas como en el original).

---

<sup>5</sup> Todas las Traducciones de este texto son libres.

En donde las condiciones de una crítica efectiva requieren la satisfacción de los siguientes puntos (Longino, 2000):

- a) Deben existir conductos para la expresión y diseminación de la crítica.
- b) Debe existir una respuesta a la crítica.
- c) Deben existir estándares públicos que permitan una referencia ante la cual se evalúen las teorías.
- d) Debe existir una paridad intelectual atemperada.

De esta forma, Longino permite a los miembros de C el fundamentar sus decisiones en asunciones que puedan carecer de apoyo firme mientras no entren en conflicto con otros valores o asunciones y mientras se les reconozca explícitamente como contingentes.

De entre estos objetivos la verdad no puede aparecer toda vez que no es suficiente para la dirección de la empresa científica, sin embargo, clases particulares de verdad pueden ser reconocidas, por ejemplo, ciertas representaciones, ciertos adelantos tecnológicos, ciertos tipos de explicaciones, etc (Longino, 2000).

El conocimiento es siempre parcial, provisional, y está condicionado contextualmente. Este contexto es el espacio donde las justificaciones pueden ser elaboradas pero más allá del mismo las justificaciones pierden sentido. El contexto se conforma por dos clases de asunciones, substantivas, sobre cómo es el mundo en el cual habitamos, ya sea en una formulación composicional o procesal. Y las metodológicas, que incluyen aquellas que dictan cuáles son los medios para acceder al conocimiento y cuáles son los valores epistémicos relevantes (Longino, 2000).

Así, el conjunto de elecciones metodológicas, compromisos y estándares pueden ser llamados la epistemología de la comunidad. Esta visión localista es la encargada de la normatividad, la cual se formulará ahora como imperativos hipotéticos. Por otro lado la epistemología global es meramente descriptiva e incluye la búsqueda de una definición adecuada de qué es conocimiento, qué es justificación o qué es verdad (Longino, 2000).

Y aunque finalmente esto desemboca en el pluralismo, ella considera que este pluralismo salva dos frentes, primero, se salva del relativismo toda vez que hay constreñimientos lógicos y empíricos así como comunitarios, y al mismo tiempo se salva de un dilema atribuible al pluralismo, a saber, que se considera necesario tener una diversidad de puntos de vista en la comunidad pero al mismo tiempo se concibe al conocimiento como

producto de un acuerdo consensual entre todos los miembros de la comunidad. La solución de Longino consiste en concebir al conocimiento como una serie de prácticas en las cuales están embebidos modelos semánticos que representan a las teorías y que se componen de estructuras más que de enunciados con lo cual ha renunciado al conocimiento como una verdad única e idealizada y con ello a la necesidad de un consenso estricto (Longino, 1993).

“El conocimiento científico es entonces un cuerpo de diversas teorías y sus articulaciones sobre un mundo que cambia constantemente en el tiempo en respuesta a las cambiantes necesidades cognitivas de aquellos que desarrollan y usan esas teorías, en respuesta a las nuevas preguntas y datos empíricos anómalos que se nos revelan al aplicar estas teorías, y en respuesta a cambios en las teorías asociadas... [Así,] sí reconocemos la parcialidad de las teorías, tratándolas como modelos, podemos reconocer que el pluralismo en la comunidad es una condición para el desarrollo continuo del conocimiento científico.” (Longino, 1993; pp. 116).

Por ende para Longino la tarea de la ciencia no es la búsqueda de una teoría global, abarcante y correcta sino la multiplicación de enfoques, de diversas posiciones, y con ello, del desarrollo de ángulos variados que permitan entender la complejidad de los fenómenos. Así, la tarea de la epistemología debe reconocer, primero, esta diversidad, y segundo, desarrollar una normatividad que reconozca contextos y que constriña el desarrollo de modelos al interior de las prácticas científicas (Longino, 1993).

### *Helen Longino y las virtudes teóricas*

Longino comienza su (1995) mencionando que no es posible afirmar que los valores tradicionalmente reconocidos nos guíen hacia la verdad ya que, si podemos encontrar conjuntos alternos de valores que nos permitan seleccionar teorías o modelos igualmente exitosos que aquellos validados por estándares tradicionales, entonces se ha cortado de principio cualquier argumento que pretenda vincular, a partir del mero éxito, cierto conjunto de valores con la verdad (Longino, 1995).

Su crítica a la verdad como correspondencia –y por tanto única y universal– incluso termina por dirigirse hacia la noción de las teorías como sistemas de enunciados, como se ve a continuación:

“La noción de teorías como conjuntos de proposiciones requiere que veamos a la adecuación de una teoría como una relación de correspondencia entre los objetos, procesos y relaciones descritos en las proposiciones de la teoría con respecto a los objetos, procesos y

relaciones en el dominio del mundo natural que la teoría pretende explicar” (Longino, 1993; pp115).

Como se vera más adelante, Longino considera que esta visión es potencialmente riesgosa pues acarrea una serie de sesgos –en conjunción con otros valores– que pueden promover la segregación o la discriminación (Longino, 1995).

En ese mismo texto, Longino nos presenta un análisis feminista sobre las virtudes epistémicas. Las virtudes clásicas, nos dice, son la adecuación, la simplicidad, la consistencia externa e interna, el alcance y la fecundidad. Tradicionalmente se les considera como una base objetiva para la elección de teorías e incluso para algunos como indicadores de la verdad, o al menos de la verosimilitud, de una teoría. Sin embargo el punto de Longino consiste en mostrar que existen valores, proverbialmente identificados como contextuales, pero que, no obstante, pueden de hecho funcionar como valores constitutivos, es decir, que ciertos intereses sociales o prácticos funcionan como valores cognitivos al determinar que cuenta como un buen, o al menos aceptable, juicio científico.

Su posición general afirma que la relevancia particular de ciertos elementos de la experiencia está mediada por asunciones de fondo que operan a muchos niveles y que conectan a esta evidencia con las hipótesis. Aquello que controla a las asunciones de fondo es el criticismo de la comunidad científica y la multiplicidad de posiciones que encontramos a su interior (Longino, 1995).

“Al afirmar que existen estándares públicos requeridos por una comunidad productora de conocimiento, no afirmo que hay una única lista de estándares que caracteriza a todas las comunidades científicas. Lo que afirmo es que existen un cuerpo de estándares –formales, substantivos y prácticos– que las comunidades trazan en el proceso de autorregularse. La crítica y el apoyo de ciertas teorías y modelos explicativos, así como la propuesta de alternativas, se fundamentan, dada una comunidad, en estos estándares que han sido reconocidos a su interior. La satisfacción de un estándar es prima facie una razón para aceptar la teoría o modelo. Prima facie es un valor probativo, que puede por supuesto, ser contravenido si se falla en la satisfacción de un estándar al cual se le ha asignado mayor peso en ese contexto. Diferentes, pero traslapados, conjuntos de estándares caracterizan diferentes comunidades. Diferentes estándares de diferentes comunidades se relación en virtud de un cierto aire de familia, podría decirse, más que por identidad.” (Longino, 1995; pp. 385).

Es esa multiplicidad de estándares la que le permite a Longino proponer un conjunto de valores feministas, que potencialmente serán exitosos no sólo en la teorización sino en la eliminación de ciertos sesgos asociados a la discriminación. Entre estos valores también figura la adecuación, de la que nos dice lo siguiente:

“La adecuación de una teoría concebida como un modelo está determinada por nuestra capacidad de mapear ciertos subconjuntos de las relaciones / estructuras propuestas por el modelo sobre cierta porción del mundo de la experiencia...[Así, un] modelo guía nuestras interacciones con, y nuestras intervenciones en, el mundo” (Longino, 1993; pp. 115).

“[Sin embargo, la] aplicación del estándar [adecuación] no es... siempre directa y la adecuación empírica no es un criterio suficiente en la elección de teorías o hipótesis” (Longino, 1995; pp. 386).

Así, pese a la falta de definición de este valor, Longino considera a la adecuación como irrenunciable ya que es fundamental para cualquier proceso que pretenda modelar las relaciones causales del mundo con cierto grado de precisión que permita, entre otras cosas, sostener un carácter predictivo. Incluso, la adecuación puede considerarse como un valor feminista, no ya porque sea esencialmente femenino, sino porque su uso puede mostrar que ciertas teorías de segregación que presuponen la inferioridad de la mujer no son empíricamente adecuadas.

Ahora y con relación al valor consistencia, Longino nos presenta un valor alternativo, la novedad, valor que consiste en lo siguiente:

“Una interpretación fuerte [de la novedad] demanda nuevos marcos y teorías que reemplacen a los actuales en los dominios en los cuales se usan. En una interpretación más débil, los nuevos marcos se buscan con el objetivo de satisfacer la demanda por un entendimiento científico de fenómenos hasta ahora ignorados” (Longino, 1995; pp. 387).

Y con relación al valor pragmático simplicidad, Longino (1995) contrapone dos nuevos valores, la heterogeneidad ontológica y la multiplicidad de relaciones. La motivación ante la contraposición obedece a que, en el caso de la simplicidad, ella considera que esta virtud, pese a no necesariamente tener connotaciones ontológicas, termina por fomentar representaciones de la sociedad en las cuales hay una entidad idealizada y reificada que se toma como norma y de la cual el resto de las entidades se toman como meras desviaciones o aproximaciones, en sus palabras el problema que subyace a esto es que introduce un sesgo valorativo en el cual las diferencias de los individuos se reducen a meros accidentes o propiedades despreciables, lo cual claramente conduce a la inequidad en los casos en los cuales los sujetos se distancia de ese ideal. Cabría aclarar que su punto es fundamentalmente social, es decir parece hacer un énfasis en aspectos biosociales en los cuales la simplicidad es un valor y que puede afectar directa o indirectamente a los seres humanos. Sobre la heterogeneidad Longino nos dice:

“Cualquier teoría propone, implícita o explícitamente, una ontología, esto es, caracteriza lo que habrá de contar como una entidad real en el dominio. Una teoría caracterizada por una heterogeneidad ontológica es una que garantiza paridad para diferentes clases de entidades. La homogeneidad ontológica, en contraste, caracteriza una teoría que propone sólo una clase de entidad causalmente relevante o que describe a las entidades aparentemente diferentes como versiones de un miembro estándar o paradigmático del dominio, o que trata las diferencias como eliminables vía la descomposición de entidades en una clase única y básica.” (Longino, 1995; pp. 387).

A partir de ello, Longino nos dice que existe un severo riesgo en las teorías que asumen una homogeneidad ontológica de que las diferencias entre las entidades sean tratadas posteriormente como una falla en alcanzar ciertos estándares en vez de reconocer en esas diferencias sólo eso, diferencias.

Pero el apartado sobre la diversidad de las relaciones parece ser mucho más general pues considera que una simplicidad de relaciones puede conducir a sesgos sobre, por ejemplo, los papeles causales en ciertos procesos, de tal forma que se pase por alto la complejidad causal de algún proceso reduciéndolo a cierta relación preeminente en él pero no necesariamente única. Una paridad causal parece ser un remedio casi universal contra el reduccionismo, la tesis de Longino parece estar proponiendo esto, tesis que nuevamente tiene repercusiones sociales si se piensa en la forma en la cual se conciben las relaciones de poder, de producción, o de cualquier otro tipo al interior de la sociedad.

Pero quizá el momento más interesante en el texto de Longino (1995) se alcanza cuando, al retomar el valor fecundidad, propone una versión extendida que se expresa en la atención por parte de la ciencia hacia las necesidades humanas, por un lado, y hacia la necesidad de promover la difusión del poder.

Al contemplar estas virtudes, Longino en cierta forma rompe con la distinción valor / fin pues hace de un fin la justificación de un valor. Su justificación es especialmente interesante pues, por más que la distinción sea común en la literatura, siempre cabe la pregunta de qué justifica un valor, lo cual nos lleva a la necesidad de proveer una razón sobre porqué se valora este cierto valor, lo cual bien puede hacerse apelando a fines y con ello debilitando tal distinción. Otra posible respuesta es decir que conlleva a la verdad aunque hemos encontrado esto como dudoso, finalmente una última solución, atribuible a Kuhn, es su capacidad para seleccionar teorías más exitosas que otras.

Sin embargo, Longino concluye aclarándonos que muchos de los vínculos y contraposiciones que ella traza son a un nivel contextual –que incluso les definirá parcialmente– y que no están apoyados por deducciones o implicaciones de tal forma que...

“Como Kuhn reconoció para los valores que él discutió, éstos requieren una interpretación más fina para ser aplicados en un contexto de investigación dado, no son máximamente satisfacibles y no están sujetos a un ordenamiento jerárquico o una aplicación algorítmica.” (Longino, 1995; pp. 390).

Por último, Longino nos recuerda que uno no puede simplemente afirmar que las virtudes teóricas son ellas mismas liberadoras, opresivas, feministas, masculinas o neutrales. En vez de eso, uno debe atender a los motivos por los cuales se les trata como virtudes y las formas en las cuales se aplican en argumentos científicos particulares, teniendo en mente que los programas de investigación tienen consecuencias en, y están condicionados por, los contextos sociales y políticos en los cuales se realiza la investigación. Uno debe asimismo atender a las consecuencias de emplear ciertas virtudes y no a sus contrarias (Longino, 1995).

### **1.3 Un recuento de las semejanzas**

Como ha mostrado el apartado anterior Kuhn y Longino tiene coincidencias notorias en varios puntos (véase la tabla al final del capítulo para hacer un recuento puntual). De hecho, si seguimos los tres aspectos epistemológicos que Longino aborda en su (2002), a saber, primero, el tipo de sujeto cognoscente, segundo, la clase de mecanismos de producción de conocimiento que tiene a la mano, y tercero, el estatus del contenido de las teorías científicas, descubriremos que en esos aspectos Kuhn y Longino básicamente enarbolan respuestas idénticas. Con relación al sujeto cognoscente ambos enfatizan el aspecto sociohistórico en el cual se encuentra un sujeto, es decir la locación del sujeto; asimismo reconocen la subdeterminación y las limitaciones cognitivas de los agentes. Con relación a los procesos de construcción de conocimiento ambos son partidarios de un rechazo ante la división entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación lo cual desemboca en la inclusión de los aspectos sociales y prácticos en la cognición y justificación, por ende no deberá resultar sorprendente que ambos autores conciban a la

objetividad al menos parcialmente como resultado de la intersubjetividad, si bien ésta incluye también la adecuación empírica.

Y con relación al estatus del contenido de las teorías, ambos apoyan la invocación del valor adecuación como valor semántico primordial y el rechazo a una visión metafísica de la verdad. Como puede verse y retomando la contraposición entre contenido y práctica de construcción del conocimiento que hace Longino, el rechazo a una visión única y última del mundo es sin lugar a dudas una coincidencia central ya que en ello es donde podemos encontrar una coincidencia al nivel del pluralismo de contenidos, coincidencia que guarda cierta relación con su visión de la racionalidad, como se verá a continuación.

Con relación al tema de las virtudes si bien hay disonancias éstas no son al nivel de cómo se aplican los valores, ambos autores coinciden en que los valores se interpretan de forma diferente según el contexto, y se priorizan igualmente dependiendo del contexto. Ambos coinciden en que los valores serán fundamentales en la elección de teorías pero también en la heurística científica y en la elección de fines.

#### **1.4. Esbozos de una noción de Racionalidad**

En este apartado se conectan los aspectos generales de las posiciones de Kuhn y Longino con las reflexiones que cada uno realiza en torno a las virtudes teóricas *qua* valores; así también se articula una noción de racionalidad científica (ver Tabla 1). Más allá de las diferencias entre las posiciones parece haber entre Kuhn y Longino un mínimo acuerdo al caracterizar a la racionalidad como una racionalidad valorativa, es decir, una racionalidad que no sólo consiste en evaluar –y por tanto no es meramente teleológica– sino que nos invita activamente a reflexionar sobre los fines, a valorarlos, –y es por tanto axiológica–. Asimismo, en los dos casos encontramos un rechazo a nociones idealizadas y algorítmicas del proceder racional, recuperando vía los valores teóricos un cierto sentido de constreñimiento, una racionalidad mínima o acotada que puede, o no, complementarse por una serie de aspectos estructurales y asociados a las prácticas, por ejemplo en el caso de Longino. Por último, en los dos casos parece emerger una disolución tácita sobre la distinción entre racionalidad teórica y práctica, al enfatizar, primero, que el teorizar influye sobre la forma de experimentar, pero también, porque el teorizar modifica y es modificado

por los contextos sociopolíticos en los cuales la ciencia se desarrolla; por último se señala que lo inverso también es el caso, es decir, también la práctica incide sobre nuestras formas de teorizar.

La forma en la cual se trazan los vínculos ya mencionados es la siguiente: se presenta una breve descripción de lo que es la racionalidad valorativa y acotada, se extrae una lista de puntos constitutivos de la misma, presentes tanto en la posición de Kuhn como en la de Longino para, por último, esclarecer la noción de desacuerdo racional.

#### *1.4.a Racionalidad Acotada y Valorativa.*

Echeverría (2006) considera que la tradición filosófica moderna se comprometió con dos grandes dogmas en torno a la idea de racionalidad, a saber, un dogma con respecto a la idea de que la razón carece de límites o es omnicomprendiva, tal es el segundo dogma de la racionalidad, nos dice Echeverría, y un primer dogma, causante del segundo, que afirma que la racionalidad es en cierto modo un atributo esencialmente humano y sin antecedentes en la evolución biológica.

Al reconocer lo anterior Echeverría afirma que una noción más adecuada de racionalidad tiene que contemplar en un primer término la idea de límites de la racionalidad. Idea proveniente de la postura de Herbert Simon (1997) quien, al proponer el término racionalidad acotada, pretendía incorporar en el concepto de racionalidad las limitaciones propias de los agentes en al menos dos sentidos, las atribuibles al conocimiento –y falta de éste– que poseen los agentes, y las atribuibles a las capacidad de cómputo de la mente humana.

Sin embargo, aunque la posición de Simon ciertamente ha reconocido ya las limitaciones de la racionalidad, su propuesta resulta incompleta ya que es meramente teleológica, es decir esboza una racionalidad de medios a fines que deja a los últimos sin una racionalidad propia. Es por ello que Echeverría cree que un complemento necesario es reconocer que la capacidad de razonar depende en última instancia de la capacidad de valorar (Echeverría, 2006). De hecho en su (2006) afirma:

“Contrariamente a estas concepciones teleológicas e instrumentales de la racionalidad científica, la axiología de la ciencia abre la posibilidad de valorar racionalmente los fines de la ciencia, no sólo de evaluar los medios. Su construcción forma parte de la racionalidad

valorativa de la que habla Rescher. Un ser racional elige sus fines porque valora positivamente su consecución o, desde la perspectiva negativa, porque si logra alcanzar unos objetivos confía en que menguarán sus males o disvalores. Los valores son las razones de los fines. La axiología valida cada uno de los fines y, lo que es más importante, convalida unos fines y objetivos con respecto a otros, teniendo en cuenta la pluralidad de valores subyacentes a dichos fines. Esta convalidación, o mejor, covaloración de fines, está en la raíz de la racionalidad axiológica. Al respecto, resulta significativo que los valores tengan opuestos y que, además, se presenten en sistemas de valores, no aisladamente. Más que valorar, covaloramos, porque nuestras evaluaciones ponen en juego varios valores, no uno solo.” (Echeverría, 2006; pp.10, subrayado como en el original).

Como puede verse en ese párrafo, Echeverría propone que la misma elección de fines puede ser objeto de un análisis racional por medio de una reflexión, la cual puede ser casi instantánea, en la que se analiza no únicamente una acción conducente a un fin sino el mismo fin a la luz de un valor. En este sentido la noción de satisfacción cobra primacía ya que un fin será racional cuando éste satisfaga en mayor grado que otros ciertos valores que consideramos positivos.

Empero, Echeverría afirma que los sistemas de valores incluyen valores de muchos tipos, divididos en subsistemas, todos los cuales guían finalmente nuestras acciones y en principio son satisfacibles. Sin embargo, en la práctica comúnmente la satisfacción de un valor implica la insatisfacción de otro o al menos dificulta tal satisfacción. Por ende, Echeverría considera pertinente hablar de límites mínimos y máximos de satisfacción para cada valor, siendo los mínimos los estándares inferiores que, de no ser alcanzados, hacen de una acción o fin simplemente irracional, y siendo los máximos, de ser rebasados, los puntos en los cuales un fin se sobresatisface de tal forma que nos lleva a la insatisfacción de otros.

De hecho es posible afirmar lo siguiente:

“[E]n cualquier acción valoradora existen límites inferiores y superiores al grado en que el objeto [o medio o fin]  $x$  puede satisfacer el valor  $v$  (a juicio del agente evaluador  $A$ , en el momento  $t$  y en la situación  $s$ ). Dicho resumidamente:

$$\forall v, \forall A, \exists l_{A,v} \text{ y } \exists L_{A,v} \text{ tales que: } l_{A,v} < v_A(x) < L_{A,v}$$

Dichas cotas inferior y superior del grado de satisfacción de los valores sintetizan formalmente la tesis principal de la racionalidad acotada: la existencia de límites en la satisfacción de los valores (y recíprocamente de los disvalores o contravalores).” (Echeverría, 2006; pp. 13).

La importancia de tal formulación es que, al describir de forma tan sucinta la racionalidad valorativa acotada, finalmente nos da herramientas para explorar de una forma mucho más cuidadosa la idea misma de desacuerdo racional, el cual surgirá en esta óptica

cuando los sistemas de valores de los sujetos sean tan dispares, o en caso de ser los mismos, organicen a los valores de formas tan diferentes que terminen por demarcar límites máximos y mínimos que no serán coextensivos, haciendo así posible que un conjunto de valores, pero no otro, haga racional la consecución de ciertos fines.

Con ello es posible afirmar que la noción central de racionalidad valorativa acotada surge cuando:

1. Existe un pluralismo axiológico, *i.e.* de fines.
2. Existen constricciones computacionales y límites al conocimiento que hacen la optimización imposible de tal forma que se busca la satisfacción, misma que se mide a la luz de:
3. Un conjunto de valores que pueden sin embargo ser estructurados de diversas formas o incluso diferir en cuanto a lo que se ha de considerar un valor.
4. Resultando entonces en una racionalidad acotada por el punto 2, centrada en valores, por el punto 3, punto que además la caracteriza como una racionalidad axiológica.

Con ello en mente entonces es posible afirmar que una posición que tenga tales características puede conducirnos a la idea misma de desacuerdo racional. En lo que sigue se pretende ilustrar que tanto Kuhn como Longino se comprometen con estos cuatro puntos.

## **1.5. Conclusiones**

### *1.5.1 Sobre las virtudes teóricas*

Claramente una coincidencia central a las posiciones revisadas es el papel fundamental que posee la adecuación empírica de las teorías, adecuación que se entiende como el trazo de ciertos morfismos entre los subsistemas que la teoría asocia con lo que es observable y los fenómenos que de hecho observamos. Asimismo, un rechazo a la virtud verdad parece ser también un punto de acuerdo, motivado por, entre otras razones, la necesidad de incorporar un aspecto falibilista en el conocimiento, aspecto que requiere además de la implementación de técnicas de distribución de riesgo que se vinculan muy directamente con la noción de un pluralismo fuerte, entendido éste como un pluralismo en

el cual las teorías no son necesariamente consistentes entre sí y que requiere como condición de posibilidad el rechazo a la verdad como virtud semántica.

El papel de la adecuación parece ser tan central al grado que es posible afirmar que no sólo se le considera un valor sino que muy probablemente se le vislumbre también como un fin, por lo menos en la posición kuhniana esto tendría sentido a la luz del metaobjetivo característico de la ciencia: la resolución de enigmas. Una afirmación análoga muy probablemente muestre que también Longino consideran a la adecuación como un valor irrenunciable, y es que al parecer un atributo definitorio de la ciencia es que pretende hablar sobre el mundo y explicárnoslo, lo cual, parece requerir una relación con éste que sea irrenunciable, haciendo de la adecuación no sólo un valor sino un fin.

Sin embargo, aun la adecuación misma debe defenestrarse pues, tradicionalmente se asume que es un valor claramente definido y que no requiere de valores accesorios que guíen la forma en la cual se vinculan las teorías y mundo. Esto probablemente deviene de una visión altamente deductivista de las teorías pero, como es el caso de las inferencias abductivas usadas en la Sistemática Filogenética, hay casos en los cuales lo que se considera empíricamente adecuado está supeditado a lo que se considera más simple, borrando al menos en este ejemplo la distinción entre virtudes semánticas y pragmáticas.

Así pues, si este caso excepcional sirve de guía, muy probablemente la distinción entre los tipos de virtudes no sea tan clara como se piensa, y como bien reconocen Kuhn y Longino, en la práctica los valores actúan en conjunción pues cada uno requiere de los demás para poder esclarecer adecuadamente los límites dentro de los cuáles es posible aceptar o rechazar una teoría.

### *1.5.2 Sobre la racionalidad*

Otro aspecto que emerge de las posiciones es el rechazo a una noción ideal de agente y de racionalidad, rechazo que cada autor realiza por motivos diferentes, por ejemplo, Kuhn, al considerar aspectos pedagógicos y prácticos así como al ponderar la evidencia historiográfica y de la carga teórica de la observación. Longino, al reconocer que no hay elementos para sostener la existencia de una posición privilegiada en la cual los agentes sean transparentes ante sí mismos, pero sobretodo al reconocer que existen una

multiplicidad de enfoques equivalentes en su capacidad de resolver los problemas que cada grupo afronta en su propio contexto.

Así, la racionalidad que parece proponerse es una racionalidad valorativa, es decir, una en la cual el aspecto evaluativo es fundamental en la ciencia, pero esto podría ser muy teleológico y dejarnos sin una racionalidad de fines. Sin embargo, tanto Kuhn como Longino, parecen desarrollar asimismo una racionalidad axiológica en la cual la valoración entra en acción. Esta racionalidad está vinculada a un metaobjetivo, la resolución de enigmas, y a un carácter holístico de la valoración, que se instrumentaliza recursivamente, en el caso de Kuhn, mientras que, para Longino, la racionalidad de los fines deviene de la necesidad de atender problemáticas sociales y políticas reales que nos obligan a reconocer que los fines de la ciencia no son ajenos de las sociedades en las cuales se desarrollan. En el caso del metaobjetivo kuhniano éste muy probablemente regularía, al menos de forma parcial, la elección misma de fines.

Y para retomar algunos de los puntos expresados anteriormente, si bien este capítulo pretende mostrar que las concepciones de Kuhn y Longino, pese a sus diferencias, tienen en común, vía el posicionamiento que otorgan a las virtudes y su concepción del sujeto, una especie de racionalidad valorativa, lo cierto es que los puntos expresados en el apartado anterior, a saber el pluralismo axiológico, las constricciones computacionales y de conocimiento y un pluralismo valorativo múltiplemente acomodable, no deben tomarse necesariamente como suficientes tomados en conjunto.

No deben tomarse en este sentido porque en principio sólo las constricciones computacionales y de conocimiento –que definen la racionalidad acotada– y la existencia de un conjunto de valores –que posibilitan la racionalidad axiológica– son presentados por sus proponentes como suficientes, excluyendo el pluralismo axiológico como un punto que siempre deba ser satisfecho.

Para mí ello sugiere que dos tipos de desacuerdos son posibles. Aquellos en los cuales hay sólo un fin –supondría uno que poco frecuentes en la práctica– pero hay constricciones y sistemas de valores, desencadenando un desacuerdo sobre cuáles son los medios para alcanzar un fin. Y un segundo tipo de desacuerdo en el cual no sólo hay constricciones y sistemas de valores diferentes sino una pluralidad de fines, desembocando

en la posibilidad de una discusión no sólo en torno a medios sino a qué fines son prioritarios.

Otra forma de trazar una posible distinción es bajo la siguiente reflexión: Si la racionalidad es valorativa en la forma aquí descrita entonces la aceptabilidad describe intervalos, así, una comunidad de científicos puede alcanzar un desacuerdo por una de dos formas: O bien sus valores difieren, y en principio cada segmento de la comunidad actúa racionalmente bajo sus propios criterios, lo cual no garantiza que el otro segmento considere que su actuación es racional puesto que, puede que la forma de actuar del primer grupo simplemente caiga fuera del intervalo del segundo. También puede ser el caso que, aun compartiendo los mismos valores, y por tanto el mismo intervalo, nos encontremos con dos segmentos de la comunidad, que ponderan los valores en formas diversas, arribando a resultados diferentes pero, reconociendo que la otra posición sigue dentro del límite de lo que se considera racional.

Dicho lo anterior parece necesario destacar esta posibilidad y es que dada esta noción de racionalidad valorativa acotada, aparece como posibilidad real, y en una obvia vinculación con el pluralismo fuerte, el surgimiento de genuinos desacuerdos racionales en los cuales las comunidades de científicos no pueden tomar una decisión consensual pero tampoco pueden acusar a la parte con la cual mantienen el conflicto de actuar irracionalmente.

Como último punto, parece que si es posible separar la noción de desacuerdo racional del resto del modelo kuhniano y en especial de la tesis de la inconmensurabilidad que le vio nacer. Esto es importante porque, como se verá más adelante, permite la aplicación del concepto en áreas novedosas que no se subsumen bajo el modelo kuhniano.

**Tabla 1: Comparación de las posiciones entre Kuhn y Longino.**

<i>Aspecto a considerar</i>	<b>Autor</b>	
	<b>Thomas Kuhn</b>	<b>Helen Longino</b>
<i>Aspectos Generales</i>		
<i>Unidad de Análisis</i>	Matrices disciplinares	Enfoques
<i>Componentes de la U. A.</i>	Generalizaciones Simbólicas, Compromisos Ontológicos, Valores y Ejemplares metodológicos	Teorías embebidas en prácticas, las teorías se consideran como sistemas de modelos
<i>Aspectos prescriptivos y descriptivos</i>	Ambos presentes	Ambos presentes
<i>Carga teórica de la observación y subdeterminación de las teorías por la evidencia</i>	Ambas se reconocen y hacen inteligible la frase de que dos científicos pueden vivir en mundos diferentes.	Ambas se reconocen. La subdeterminación es la base última que justifica la necesidad de un pluralismo epistemológico.
<i>Noción de Objetividad</i>	La objetividad es un atributo emergente de las comunidades científicas, incorpora un mínimo de adecuación empírica y aspectos de la intersubjetividad. Consenso intersubjetivo como elemento central.	La objetividad emerge de las comunidades científicas, requiere que los sujetos cognoscentes obedezcan una serie de normas sobre las prácticas de producción de conocimiento, por ejemplo los roles de la observación y el razonamiento en la justificación de aquello que se toma como conocimiento; asimismo es importante que se cumplan ciertos estándares mínimos sobre la forma en la cual se estructuran esas comunidades, entre éstas se destaca la existencia de una gran cantidad de perspectivas al interior de la comunidad, es decir la intersubjetividad es la base de la objetividad pero no se reduce a ésta.
<i>Contextos reconocidos</i>	Considera que el reconocimiento entre contexto de descubrimiento y de justificación, o incluso pedagógico, tiene una función en la claridad del discurso filosófico pero no refleja ninguna división real al interior de la ciencia	Considera que en la práctica los contextos de justificación y de descubrimiento se entremezclan
<i>Posición ante el pluralismo</i>	Compleja, la matriz o el paradigma en versiones tempranas de Kuhn requieren esencialmente un consenso casi total, sin embargo, reconoce que entre ellos pueden haber diferencias que no impliquen la falsedad absoluta de una posición u otra, son "diferentes formas de recortar el mundo", sin embargo, un Kuhn tardío admitía que el disenso racional (Ver más abajo) podía llevar a una especiación de la comunidad en la cual se obtienen dos comunidades hijas que difieren en sus posiciones sin que por ello alguna esté equivocada.	Se acepta un pluralismo fuerte, incluso ateo, es decir, dos teorías pueden ser ambas adecuadas aunque haya enunciados de una que contradiga enunciados de otra
<i>Relación entre teorizar y experimentar (intervenir)</i>	Presente, la ciencia normal consiste en articular una matriz disciplinar, es decir, especificar por medio de la experimentación los detalles específicos de las teorías; asimismo, las teorías guían lo que cuenta como relevante y guían el mismo diseño experimental	La relación entre la experimentación y las teorías es una de interacción donde ambos aspectos se complementan
<i>Posición General esbozada</i>	Constructivismo (Realismo Interno)	Empirismo Contextual (de influencia pragmatista).

<i>Sobre Virtudes</i>		
<i>Distinción reconocida</i>	NO existe distinción al nivel interno en la ciencia	Distingue entre virtudes epistémicas, sintácticas y pragmáticas pero considera que en la práctica están completamente compenetradas
<i>Distinción valor / fin</i>	Reconoce que pueden haber valores contextuales que funcionen como fines	Hay un continuo entre ambos
<i>Virtud Semántica (epistémica) principal</i>	La adecuación como constreñimiento mínimo de las matrices; rechazo a la verdad correspondentista, universalista y de corte sintáctico	La adecuación como constreñimiento mínimo de las teorías, rechazo a la verdad universalista y de corte sintáctico
<i>Distinción entre virtudes constitutivas y contextuales</i>	Presente, considera que las virtudes constitutivas son la simplicidad, la adecuación, el alcance, la fecundidad y consistencia (externa e interna); sin embargo reconoce que en cada contexto éstas se interpretan en forma particular, se ponderan en forma particular e incluso se complementan con otras. Sin embargo, la distinción podría no ser tan tajante dicho lo anterior	La retoma para defenestrarla afirmando que la distinción no tiene carácter prescriptivo
<i>Rol principal de las virtudes</i>	Elección y comparación de teorías, asimismo pueden tener incidencia en la heurística científica	Elección, comparación y heurística; también inciden en el contexto socioeconómico en el cual una ciencia se desarrolla
<i>Virtudes propuestas</i>	Adecuación, alcance, fecundidad, simplicidad y consistencia externa (con otras teorías) e interna (al interior de la teoría)	Adecuación, impacto en las necesidades humanas, heterogeneidad ontológica, multiplicidad de relaciones, Novedad y distribución de poder
<i>Sobre Racionalidad</i>		
<i>Agente racional</i>	El científico como miembro de una comunidad científica.	El científico como sujeto social.
<i>Posición ante la visión clásica (euclidiana)</i>	Se rechaza la existencia de leyes o imperativos categóricos así como una visión idealizada del sujeto epistémico	Se rechaza la existencia de leyes o imperativos categóricos así como una visión idealizada del sujeto epistémico
<i>Racionalidad axiológica (de fines)</i>	Presente	Presente
<i>Racionalidad teleológica (de medios a fines)</i>	Presente	Presente
<i>Racionalidad acotada</i>	Presente	Presente
<i>Pluralismo Axiológico</i>	Presente	Presente
<i>Distinción entre racionalidad práctica y teórica</i>	Ausente	Ausente
<i>Posibilidad de desacuerdo racional</i>	Presente	Presente



## **CAPÍTULO SEGUNDO:**

### **EL PROBLEMA DE LA SELECCIÓN DE MODELOS**

En el presente capítulo se introduce lo que yo denomino el problema de la selección de modelos. Este problema consiste en términos generales en la necesidad de escoger entre una multiplicidad de representaciones del árbol de la vida, el cual se asume como único pero que, dependiendo de cómo se le modele, da lugar a representaciones –cladogramas– que son inconsistentes entre sí. La estrategia expositiva es la siguiente: primero, se hace un breve recuento de las diversas nociones de modelo y se hace un análisis somero de los aspectos que subyacen a muchas de ellas proponiendo una noción general de modelo. Posteriormente se analiza a la sistemática filogenética y se proponen tres tipos de modelos y una estrategia de modelación como elementos relevantes para el análisis. Se concluye el capítulo con un breve planteamiento de en qué escenarios la selección de modelos puede eludirse con estrategias pluralistas al analizar la dicotomía agnóstico vs. ateo.

#### **2.1 De la noción misma de Modelo:**

La palabra Modelo es una palabra que, como muchas otras, es de amplio uso común pero, al mismo tiempo, es parte de la jerga de comunidades científicas y filosóficas que le retoman y redefinen en función de su objeto de estudio y la metodología empleada. Así, probablemente no encontraremos una concepción ortodoxa de lo que significa modelo y que sea invariante de todas esas comunidades. Sin embargo, esto no nos exime de la necesidad de, al menos a vuelo de pájaro, examinar algunos de los usos más comunes al interior de la ciencia y de la filosofía.

Lo anterior obedece a que en esta Tesis se analizará si existe en la Sistemática Filogenética una noción de modelo, y si tal noción se corresponde con alguna de las nociones filosóficas revisadas o, si por el contrario, es una noción científica propia de la Sistemática, y si éste fuera el caso, si tal noción es reconciliable con nociones filosóficas. Por ende, es menester explorar, aunque sea someramente, la noción misma de Modelo en estos ámbitos.

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (DRAE) la palabra modelo proviene del italiano *modello*, y consta de once acepciones, de entre las

cuales destacan las siguientes: la palabra puede remitirnos a un arquetipo o punto de referencia que se pretende imitar, o bien, a una representación en pequeño de algo, o, usándole en términos más abstractos, a un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

De estas tres definiciones podemos afirmar lo siguiente:

La primera es básicamente una noción de modelo con énfasis en lo representado, los modelos obedecen allí ante todo a una función meramente representacional.

La segunda acepción presentada por el DRAE incluye también este punto pero ya nos remite a una noción presente sobretodo en campos como la arquitectura o ingeniería. En éstos la palabra modelo nos remite a una representación física de un objeto, sistema o cosa, y en principio es posible tener casos en los cuales la representación es de menor, igual o mayor tamaño que el objeto representado (Wikipedia).

La tercera definición del DRAE es ya básicamente una noción abstracta o conceptual. En tal acepción un modelo es un constructo teórico que representa un proceso o procesos físicos, biológicos o sociales con un conjunto de variables y un conjunto de relaciones cuantitativas y lógicas que unen estas variables. Los modelos, en este sentido, se construyen para permitir ciertos razonamientos dentro de un marco lógico idealizado, idealizado en tanto que muy probablemente simplifique u omita una serie de aspectos que, si bien presentes en el objeto o proceso real, son dejados de lado por razones relacionadas con la tratabilidad de los problemas. Este uso de modelo es particularmente importante en las teorías científicas, añadiendo asimismo que, aunque tales modelos sean comúnmente idealizaciones, normalmente se prefieren modelos que permitan hacer predicciones o simulaciones precisas (Wikipedia).

El propósito de este tipo de modelos es proveer un marco argumentativo en el cual pueden aplicarse procesos lógicos, matemáticos o de razonamiento, tales que permitan explicar procesos presentes en el objeto o sistema representado, enseñar cuáles son los aspectos fundamentales dentro de tal sistema, simular ciertos subprocesos que lleven a ciertos efectos a su interior, o, por último, evaluar ciertas hipótesis sobre aspectos variados del objeto representado.

## 2.2 Los Modelos en Filosofía y Filosofía de la Ciencia

Una vez expuestas las nociones más coloquiales de Modelo podemos pasar a un terreno más filosófico. Claro está para ello habría que revisar algunas nociones de modelo al interior de la misma filosofía de la ciencia en la cual encontramos concepciones en las cuales los modelos constituyen a las teorías, concepciones en las cuales los modelos median entre teoría y fenómeno, y por último, concepciones que enfatizan que los modelos tienen un papel dual (Winther, 2003).

### *Modelos con raíces semánticas*

Una noción de modelo particularmente influyente es la atribuible a la visión semántica de las teorías, doctrina articulada con especial claridad en el estructuralismo. La tesis central de esta escuela era afirmar que las teorías no eran conjuntos de enunciados sino conjuntos de modelos semánticos (Cartwright y Hamilton, sin referencia).

Empero, antes de entrar formalmente a los modelos semánticos propuestos en filosofía de la ciencia, valdría la pena recordar que la concepción semántica tiene su raíz en la semántica trabajada para sistemas formales lógicos. Esta semántica es la que encontramos en la teoría de modelos que define un modelo como una interpretación de una fórmula o conjunto de fórmulas bien formadas de cierto lenguaje tal que, a la luz de esta interpretación, la fórmula o los elementos del conjunto resultan ser verdaderos (Hunter, 1971).

Una postura representativa de esta visión semántica la encontramos en van Fraassen (1980, 1989) (véanse también las posiciones de Giere, 1999 y Longino, 1990 y 1993 –pero no su 2002–, quienes siguen esta tradición semanticista) quien afirma que una teoría se compone de familias de modelos, modelos que consisten en conjuntos de subestructuras que guardan morfismos con aspectos de los fenómenos que pretenden describir, aspectos que son referidos como subestructuras empíricas.

Más en específico la posición de van Fraassen (1989) se desarrolla como crítica de la concepción heredada, la cual concebía a las teorías en forma sintáctica, *e.e.* básicamente por medio de una serie de axiomas fundamentales, asumiendo que las teorías mismas están

no interpretadas y que por tanto debe asociarse una interpretación que les dé sentido. La interpretación puede darse de dos formas, ambas parciales, primero, es posible establecer correlatos físicos entre ciertas relaciones teóricas y lo fenomenológico –en este caso los enunciados de observación– mediante el uso de reglas de correspondencia. Segundo, una teoría puede interpretarse si se considera que parte de sus axiomas fundamentales vienen expresados ya en lenguaje natural y que esto interpreta parcialmente a la teoría.

Empero van Fraassen (1989) considera que estas estrategias son inadecuadas ya que nos llevan a sostener que, o bien hay términos –en este caso los términos teóricos– en nuestro razonamiento que no entendemos y que sólo sabemos cómo usar, o bien los términos son parte del lenguaje natural y sin embargo no les entendemos.

La solución ante el problema es, según van Fraassen (1989), el enfoque semántico que deja de lado la obsesión sintáctica de la concepción heredada y que analiza a las teorías científicas en términos matemáticos. Dado lo anterior presentar una teoría es definir directamente la clase de modelos que le constituyen.

Así, una teoría consiste de:

- a) una serie de definiciones teóricas que definen ciertas clases de sistemas.
- b) una serie de hipótesis teóricas que afirman que los sistemas reales son un subconjunto de los sistemas propuestos en a); o al menos que los sistemas reales tienen cierta relación con algún subconjunto de los sistemas teóricos posibles. Esto es un punto sobre la relación entre teoría y fenómenos.

Mas, cuando se habla de la relación entre teoría y fenómenos siempre existe el riesgo de considerar que esta relación es directa, pero tal no es la intención de van Fraassen (1989) ya que en esa misma obra existe una distinción entre modelos de datos y modelos de una teoría. Un modelo de datos es básicamente una representación de un fenómeno en la cual se enfatiza cierta estrategia descriptiva que permite reconocer regularidades en los datos mismos. Por el contrario un modelo de una teoría es aquél que haría a una teoría completamente verdadera sí sólo se le considerará –a la teoría– a la luz de ese modelo, es decir el modelo obviamente es tomado aquí como si éste fuera el universo de análisis.

Con relación al apartado –a), van Fraassen (1989) afirma que una estrategia para posibilitar tal presentación consiste en la especificación de ciertas ecuaciones en un espacio de estados, ecuaciones que definen así clases en ese espacio; tales clases se denominan

tipos. Estas ecuaciones pueden expresar leyes de coexistencia, que especifican que estados pueden co-ocurrir, y leyes de sucesión, que especifican cómo evoluciona cierto tipo en ese espacio de estados.

Y con relación al apartado –b), van Fraassen (1989) considera que una forma en la cual es posible trazar relaciones entre los sistemas reales y los sistemas posibles propuestos por –a), es decir que permita afirmar que cierto subconjunto de sistemas no es sólo posible sino actual, es mediante la noción de simetría.

Así, para abordar tal noción debemos partir de que la simetría se establece al nivel de lo observado, es decir aquello que es tanto observable como actual. Esto es así porque es lo observado lo que se modela en los modelos de datos, describiendo cierta estructura empírica que puede, ahora sí, concebirse como isomórfica con respecto a una subestructura propuesta por una cierta teoría, permitiendo con ello evaluar si la teoría es empíricamente adecuada o no. En caso de que seamos capaces de subsumir en una teoría a todos los modelos de datos de los que disponemos está será obviamente adecuada.

Al tomar esta postura van Fraassen (1989) no sólo logra dar cuenta de cómo puede darse la relación entre teoría y fenómeno, logra también hacer un análisis sobre la estructura y contenido de las teorías, pero más importante aún, es capaz de postular un proceso de construcción de modelos que haga inteligible cómo organizamos experiencias novedosas.

Este proceso de modelación tiene dos fases. Una condición previa para comenzar es que tengamos algún modelo teórico ya existente. Cuando tal modelo se enfrenta a datos que le son compatibles seguimos manteniéndolo, sin embargo, cuando se enfrenta a datos que le hacen empíricamente inadecuado nos vemos en la necesidad de tener que construir otro modelo. La primera parte de la estrategia es entonces ampliar el marco teórico en el cual construimos los modelos, por ejemplo al relajar ciertos constreñimientos sobre leyes de coexistencia o sucesión, para así subsumir en esa forma relajada al nuevo fenómeno anómalo. El segundo paso consistirá en recuperar el poder predictivo y la informatividad empírica. Esto se hace al constreñir lo que es posible en el espacio de estados.

Empero, van Fraassen nos dice:

“Desde un punto de vista puramente lógico, siempre será posible que los científicos tomen seriamente un fenómeno recientemente descrito o que lo descarten. La Lógica no conoce límites a la postulación *ad hoc*... Ello [trae a colación el hecho de que] una teoría no se

confronta con datos desnudos sino con modelos de datos, y que la construcción de estos modelos de datos es un proceso sofisticado y creativo.” (van Fraassen, 1989; pp. 229)<sup>1</sup>.

Sin embargo, eso no implica que no existan constreñimientos de otro tipo. Por ejemplo van Fraassen enfatiza el rol que juega la experimentación misma al discriminar lo actual con respecto de lo posible pero también al proveer nueva información que será útil en el proceso de construcción de nuevas teorías y nuevos experimentos.

Dicho todo lo anterior es entonces posible reconocer que la inadecuación de un modelo puede deberse a su inconsistencia interna o a su inadecuación empírica; en el primer caso una teoría internamente inconsistente no tendrá modelos porque no habría interpretación alguna que de ser tomada como el universo hiciera verdadera a la teoría sin caer en una contradicción. Ahora y con relación a una teoría consistente pero empíricamente inadecuada, ésta no tendrá modelos actuales, sólo posibles, ya que no hay ninguna interpretación actual que haga verdadera a toda la teoría.

Sin embargo ello abre la puerta a una distinción más ya que una teoría podría ser inadecuada debido a su falsedad si, a pesar de ser empíricamente adecuada, se compromete con entidades o relaciones que son de hecho inexistentes (van Frassen, 1989). Esto permite, asimismo, reconocer que debemos actuar con precisión ya que la equivalencia empírica de las teorías no nos compromete con su equivalencia teórica. La diferencia estriba en que la equivalencia teórica afirma que dos teorías tienen los mismos modelos, por el contrario la equivalencia empírica afirma que los datos disponibles se adecuan igualmente bien a ambas teorías.

#### *Modelos mediadores o no semánticos*

Winther en su (2003) propone que en la concepción de los modelos como herramientas de mediación, los modelos, al funcionar como herramientas, están sujetos a consideraciones pragmáticas pues son los que permiten por un lado, representar, y por el otro, guiar la intervención, es decir la forma de adquirir y organizar los datos empíricos. La diferencia principal en esta visión de los modelos obedece a que ya no es necesario que

---

<sup>1</sup> Todas las traducciones de este texto son libres.

éstos sean formales, es decir lógica o matemáticamente formales, y segundo, se incorporan ya directamente a la práctica científica.

Nancy Cartwright es probablemente quien más haya dado a conocer tal visión sobre los modelos en su (1983). Obra en la que Cartwright argumenta que las teorías científicas deben decirnos dos cosas, primero, qué es verdadero de la naturaleza, y segundo, cómo lo explicamos. Tradicionalmente se asume que el segundo punto depende del primero y que por tanto sólo requerimos saber las leyes para completar satisfactoriamente la función de las teorías. Sin embargo ella ha afirmado que las leyes de la ciencia normalmente vienen acompañadas de un operador *ceteris paribus* que, de ser removido, hace de las leyes una falsedad, pero, de no serlo, las hace verdaderas en muy pocos casos, es decir, sólo en casos ideales serán verdaderas las leyes de la ciencia. Dado lo anterior parece entonces irracional darles tal importancia, empero aceptar ello pasaría por alto que el objetivo central de tales leyes no es describir lo verdadero del mundo sino trazar una serie de compromisos con respecto a una serie de factores que consideramos como explicativos.

De ahí que Cartwright (1983) se refiera a su modelo de explicación como un simulacro; la explicación se da cuando hacemos simulaciones de los fenómenos. Estos simulacros son modelos que median entre los fenómenos y las teorías de la ciencia. Nótese entonces que la falsedad misma de las leyes fenomenológicas, sin el *ceteris paribus*, o su condición de idealizaciones, con el *ceteris paribus*, es fundamental para desempeñar tal papel. Es decir, si las leyes fenomenológicas se construyeran con un alto nivel de realismo probablemente tendríamos los siguientes problemas: un problema con la tratabilidad del fenómeno que, aunado a nuestras limitaciones cognitivas, haría de tales leyes una mala herramienta explicativa, asimismo sería difícil subsumirlas en leyes más generales dada la complejidad que les caracterizaría.

Todo ello puede verse claramente a la luz de la siguiente cita:

“Explicar un fenómeno es encontrar un modelo que lo subsuma en el marco básico de la teoría y que nos permita derivar análogos para las leyes fenomenológicas complicadas y desorganizadas que le son verdaderas... En cada caso tratamos de “ver” al fenómeno mediante el marco matemático de la teoría, pero para problemas diferentes habrá diferentes énfasis.” (Cartwright, 1983; pp. 152)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Todas las traducciones de este texto son libres.

Empero ello nos obligará a tener en claro que habrá propiedades en el modelo que no necesariamente se corresponderán con las propiedades del objeto modelado, estas propiedades pueden introducirse por conveniencia, por ejemplo para hacer más tratable un problema (Cartwright, 1983).

La diferencia entre su enfoque simulacionista y el enfoque semántico clásico, nos dice Cartwright, es que los modelos son para ella teorías del fenómeno, no teorías matemáticas en abstracto que requieren de una interpretación a la luz de cierta realidad empírica. Más en concreto su diferencia con van Fraassen, nuevamente según ella, es que van Fraassen afirma que al nivel de lo observable las teorías deben decirnos lo verdadero de eso observable, esto es deben dar descripciones realistas de los fenómenos; por el contrario Cartwright asume que esto no es deseable por lo mismo que ya ha dicho anteriormente, la complejidad y el desorden de las leyes verdaderas poco explicaría y sería difícil de subsumir en teorías matemáticas.

De hecho la obra de Cartwright ha sido ampliamente influyente, alcanzando análisis centrados en modelos propiamente biológicos como podemos reconocer en el artículo de Wimsatt (1986) que analiza el papel de los modelos neutros en biología. Wimsatt aborda este tema definiendo a los modelos neutros como los modelos evolutivos en los cuales se presume que la selección está ausente. El objetivo de estos modelos es analizar si la selección natural es un recurso explicativo necesario para dar cuenta de algún proceso, o por ejemplo, de ciertos patrones en las filogenias o de ciertos niveles de variación a nivel molecular. Si un modelo neutral resulta ser empíricamente equivalente a un modelo que asume selección entonces la selección no es un recurso explicativo necesario para abordar el problema.

Wimsatt acto seguido afirma que los modelos neutrales son en cierta forma un subtipo de modelos “falsos” de mayor uso en la filosofía de la ciencia. Falsos en tanto a que incluyendo sesgos que se derivan de la tratabilidad de los problemas y de las limitaciones de cómputo de los sujetos –lo cual generalmente conduce a cierto grado de idealización–, pero también falsos pues normalmente los sesgos y otras decisiones metodológicas presentes en los modelos conducen a que estrictamente hablando los modelos no sean representaciones literales y completas de los fenómenos.

Pero ya en una descripción más detallada, los modelos pueden ser falsos por siete razones, o eso nos dice Wimsatt en su (1986):

- (i) Primero, un modelo puede tener una aplicabilidad muy local y ser falso al aplicarse de forma más amplia.
- (ii) Segundo, un modelo puede ser una idealización cuyas condiciones de aplicabilidad nunca se encuentran en la naturaleza pero que tiene un rango de casos en los cuales puede ser aplicado como aproximación.
- (iii) Tercero, un modelo puede ser incompleto, dejando de lado uno o más factores causalmente importantes.
- (iv) Cuarto, la incompletud de un modelo puede llevar a una descripción equivocada o incorrecta de las interacciones entre las variables modeladas. Pueden ocurrir correlaciones espurias que no reflejan relaciones presentes en la naturaleza o pueden ocurrir casos de independencia espuria entre variables que en la naturaleza si son dependientes.
- (v) Quinto, un modelo simplemente puede ser una representación totalmente incorrecta de la naturaleza. Las entidades y relaciones que postula simplemente no existen.
- (vi) Sexto, un modelo puede ser meramente fenomenológico y construirse para salvar los datos, sin pretender con ello que las interacciones teóricas se correspondan con interacciones reales.
- (vii) Séptimo, un modelo puede fallar en la descripción o predicción de datos.

Sin embargo, un poco en la tradición de Cartwright, Wimsatt afirma que los modelos falsos tienen una gran diversidad de usos y que no sólo los usamos por limitaciones, tratabilidad y sesgos, hay razones heurísticas que apoyan su uso preferencial sobre modelos más realistas.

Incluso Wimsatt afirma, según Griesemer (1986), que la virtud más importante de un modelo, como se verá en la siguiente cita, es su capacidad de señalar y localizar las discrepancias que guarda con los fenómenos al atribuir tales discrepancias a errores y descripciones inadecuadas o incompletas de ciertos subcomponentes del modelo.

*“La virtud más importante que un modelo debe tener, si hemos de aprender de sus fallas, es que él, así como las herramientas experimentales y heurísticas disponibles para analizarle, estén estructurados de tal forma que nos permitan localizar los errores y atribuirlos a ciertas partes, aspectos, asunciones o subcomponentes del modelo. Si podemos hacer esto entonces un enfoque “de ingeniería paso a paso” puede mejorar el modelo al modificar las partes ofensivas.” (Griesemer, 1986; pp. 30, cursivas y comillas como en el original)<sup>3</sup>.*

De hecho para Wimsatt los puntos (i) a (iv) y (vi) son potencialmente útiles y desembocan en doce posibles usos que se enumeran a continuación:

1. Un modelo sobresimplificado puede servir de cota inferior para una serie de modelos de complejidad ascendente, cada uno más preciso o realista que los anteriores.
2. Un modelo incorrecto puede sin embargo ser sugerente al servir para rechazar ciertas hipótesis y señalar nuevas líneas de investigación.
3. Un modelo incorrecto puede sugerir nuevos test predictivos o nuevos refinamientos en un modelo establecido, o enfatizar la importancia particular de ciertos aspectos de un modelo.
4. Un modelo incompleto puede ser usado como templado para capturar efectos elusivos que en modelos más realistas pasarían desapercibidos.
5. Un modelo incompleto puede ser usado para estimar la magnitud de ciertos parámetros que no están incluidos en el propio modelo.
6. Un modelo sobresimplificado puede servir como arenas para responder preguntas sobre propiedades de modelos más complejos que también aparecen en este modelo más simple. Estas respuestas pueden ser, aunque no necesariamente, exportables.
7. Un modelo incorrecto más simple puede ser usado como estándar de referencia para evaluar afirmaciones causales sobre los efectos de variables ignoradas en los modelos simples pero no así en modelos complejos.
8. Dos modelos falsos pueden servir para establecer dos opuestos entre los cuales se encontrarán modelos más realistas que potencialmente incluyen los casos actuales.

---

<sup>3</sup> Todas las traducciones de este texto son libres.

9. Un modelo falso puede sugerir la forma en la que interactúan dos variables a nivel fenomenológico al sugerir posibles mecanismos asociados.
10. Una familia de modelos en la que cada miembro hace una serie de asunciones falsas puede servir para: (i) reconocer teoremas robustos que se encuentran en todos los modelos y que por tanto no dependen de ninguna de esas falsas asunciones, (ii) determinan conclusiones que se asumían se seguían de ciertas asunciones que resultan innecesarias y, (iii) determinan, cuando un resultado es cierto bajo algunas asunciones pero no bajo otras, qué asunciones son necesarias para arribar a tal resultado.
11. Un modelo que es incorrecto por ser incompleto puede servir de caso límite para medir la adecuación de nuevos modelos más complejos en esas condiciones ideales en las cuales el modelo incorrecto es adecuado.
12. En el caso muy concreto de explicaciones sobre el diseño aparente de los organismos los modelos falsos pueden ser útiles al señalar posibles formas, aunque no necesariamente actuales, en las cuales un rasgo surgió en la evolución (Wimsatt, 1986).

### *Modelos Intermedios*

Un análisis detallado muestra que la oposición entre modelos como herramientas de mediación y modelos como constitutivos de las teorías es más un continuo que una dicotomía. Por ejemplo, Griesemer en su (1990) pretende defender una forma de entender a los modelos que no se basa en un análisis aislado y enfocado en los aspectos conceptuales.

Pretende afirmar que en cierto sentido hay estrategias de modelación que no pueden ser entendidas sino a la luz de una serie de prácticas e instituciones en las cuales se desarrollan. En especial nos hablará de los modelos remanes, por ejemplo los ejemplares de un Herbario, los cuales son particularmente interesantes porque modelan fenómenos usando a las entidades físicas modeladas, sin embargo ello no les quita el estatus de modelos altamente teóricos en el sentido en el que sirven de base para la construcción de teorías y su evaluación.

Estos Modelos pueden ser contemplados como entidades no Lingüísticas. Entidades que pueden ser físicas y que permiten ciertas inferencias ya que son objetos remanentes, remanentes en tanto que son lo que resta de un organismo cuando éste se ha separado de su contexto ambiental –normalmente muere en el proceso– preservando sólo una subclase de las propiedades originales de lo modelado, a saber el organismo vivo, el cual, además de propiedades que podríamos llamar intrínsecas, tiene propiedades relacionales que tienen que ver con su hábitat, lugar en una red trófica, etc. Como puede verse hay una relación parte / todo aquí, el remanente es una parte del todo que modela, lo es porque el ejemplar de Herbario que era nuestro ejemplo modela a un taxón del cual forma parte o modela una serie de interacciones ecológicas de las cuales forma parte. Griesemer (1990) enfatiza que en estos modelos el vínculo entre lo empírico y lo teórico se realiza también no únicamente mediante la preservación del ejemplar sino al adicionar una serie de datos no intrínsecos al organismo y que se plasman en la etiqueta de herbario. Son estos datos los que permiten tener una idea de aquello que se ha perdido al extraer al organismo y por ende son estos datos los que permiten reconstruir a nivel teórico las interacciones ecológicas o la variación de propiedades relacionales en un taxón.

Y es aquí donde el aspecto institucional comienza a ser importante ya que la colección requiere de un espacio físico, de colectores, de curadores, etc. Y todos ellos deben colaborar para preservar al ejemplar pero también para coleccionar y preservar la información adicional que se plasma en la etiqueta y que es la base para la inferencia teórica sobre lo que se pierde en la extracción del organismo. Esta institucionalidad permite generar un acuerdo común sobre el tipo de datos que se considerarán relevantes, homogeneizando objetivos, patrones de colecta, de herborizado, de preservación y manejo del ejemplar, y finalmente, al delinear la forma en la cual se abordaran los objetivos mismos pues lo anterior constriñe el tipo de datos y la forma de manejarlos.

### **2.3 Una noción general de Modelo.**

Si bien los ejemplos anteriores muestran que no hay una única definición de modelo ampliamente aceptada, y que ni siquiera al interior de la filosofía encontraremos una definición unívoca, lo cierto es que si hay elementos comunes, a saber:

- a) Un modelo siempre tiene una contraparte, lo modelado. Ello no implica necesariamente un dualismo ni la existencia de dos dominios separados de entidades o propiedades. Piénsese por ejemplo en un organismo modelo en el cual la relación es de pertenencia con respecto a lo modelado.
- b) Un modelo es ontológicamente variable. Puede ser una representación, un objeto físico concreto, un sistema matemático, una abstracción o idealización, un esquema o imagen, etc.
- c) La relación entre lo modelado y el modelo es una relación en la cual existe, al menos, una cierta semejanza entre ciertos aspectos o propiedades del modelo y de lo modelado. Pueden ser relaciones de correspondencia total, isomorfismo o morfismo parcial, analogía, etc.
- d) Esta semejanza está condicionada a, primero, las categorías de relevancia que dictan cuáles aspectos de lo modelado son de interés e importancia, y segundo, los fines que guían el proceso de modelación, punto que nos lleva lo siguiente:
- e) Un modelo se construye por una diversidad de razones, cada una potencialmente suficiente, y entre las cuales figuran aspectos meramente descriptivos que tiene que ver con una visualización o representación de lo modelado, p. Ej. con el fin de entenderle mejor o hacerlo inteligible a otros, aspectos que tienen que ver con la explicación de ciertos aspectos de lo modelado, aspectos relacionados a la evaluación de hipótesis sobre la conducta o estructura de lo modelado, aspectos relacionados a la predicción o retrodicción de ciertos estados de lo modelado.
- f) Un modelo se puede construir a través de una multiplicidad de estrategias, lo cual se sigue básicamente de los puntos b)-d). Puede construirse literalmente, al ensamblarle físicamente, o figurativamente, al estructurarlo por medio de una herramienta formal, o al inferirle en un proceso cognitivo, o incluso, por procesos asociados a las prácticas, por ejemplo, cuando se decide que cierto organismo será el organismo modelo. Como añadido a este punto debe hacerse explícito que un modelo puede combinarse con otros aunque habrá restricciones con respecto a cuáles modelos son compatibles, esto, como se verá más adelante, es en parte un resultado del problema de la selección de modelos.

- g) Como corolario se destaca que un modelo útil e interesante no carecerá de estructuración u organización interna, no será totalmente homogéneo en sí mismo, esto es, recuperará aspectos relacionales o estructurales de lo modelado. Por ejemplo, si pretendo modelar un espacio vacío, una hoja de papel en blanco sería un buen modelo pero sería poco interesante ya que no hay mucho que se pueda extrapolar o inferir de tal modelo que sea de interés para mi objeto modelado, a saber, el espacio vacío.
- h) Asimismo aunque lo anterior destaca el rol preeminente que tienen en la teorización, es menester indicar que los modelos NO son autosuficientes como herramientas. Es decir un modelo en aislado no constituye una teoría ni es epistémicamente útil o interesante porque, como se ha dicho, los modelos adquieren sentido ante una serie de objetivos embebidos en una serie de prácticas en las cuales hay valores que guían el proceso de elección (como se pretende mostrar en esta tesis), y requieren también de otras herramientas epistémicas que pueden ser ellas mismas modelos de otras clases, obviamente valores o categorías, normas, etc..

## **2.4 La sistemática filogenética.**<sup>4</sup>

La sistemática o taxonomía es una rama de la biología que se encarga de la construcción de clasificaciones biológicas, de delimitar a las especies, de estudiar los procesos de especiación y de establecer un sistema nomenclatural universal (Futuyma, 2005; Lewis, 2001). Sin embargo, tal caracterización es sin duda una caracterización de la sistemática de hoy en día, empero, la sistemática es una disciplina ciertamente muy antigua ya que en cierto sentido puede considerarse que obras como *“La Historia de las Plantas”* de Teofrasto eran ya obras de naturaleza taxonómica puesto que construían clasificaciones. Así, probablemente no sería una exageración decir que la taxonomía tiene ya más de dos mil años con nosotros, sin embargo, ya que el objetivo de esta tesis no es la historia de la

---

<sup>4</sup> Se recomienda leer los apéndices A, B y C antes de leer este apartado si es que el lector no está familiarizado con la terminología y metodología de la sistemática filogenética contemporánea. El apéndice A presenta un breve glosario de términos, el apéndice B ofrece una breve descripción de la metodología usada en la sistemática, por último el apéndice C hace un breve recuento de la noción de explicación que ha sido defendida en tal disciplina y discute algunos aspectos sobre los axiomas de la inferencia filogenética.

sistemática dejaremos de lado cualquier análisis sobre la forma en la cual esta disciplina se ha desarrollado y ha dado lugar a sus fines y metodologías actuales.

Por motivos de exposición dividiré a la taxonomía en dos grandes subdisciplina: por un lado tenemos a la taxonomía en sentido estricto (y en adelante reservaré el término taxonomía para esta subdisciplina) que se encarga de la construcción de clasificaciones, el desarrollo y articulación de reglas nomenclaturales universales y de la construcción de claves dicotómicas que permitan la identificación de organismos particulares. Por otro lado tenemos a la biosistemática cuyos objetivos serían el estudio de los procesos de especiación, ya sean anagenéticos o cladogenéticos, así como la reconstrucción de los patrones de relaciones entre los taxa, es decir, es en esta subdisciplina en la cual podríamos localizar a la inferencia filogenética que si bien históricamente no requirió siempre de algoritmos ahora básicamente consiste en la articulación de algoritmos y su aplicación en la modelación de las relaciones entre taxa particulares (véase Vernon, 2001 para un recuento de cómo se incorporan los algoritmos a la sistemática).

No es mi intención sugerir que estas dos disciplinas son independientes o que en la práctica puedan ser distinguidas siempre, sin embargo creo que la distinción es útil ya que al menos en el caso de la taxonomía se reconoce abiertamente el rol de los valores y el carácter convencional de sus contenidos (p. ej. en la clasificaciones), si bien se busca que éstos estén anclados en los resultados de la biosistemática. Por el contrario en la biosistemática se pretende reconstruir las relaciones filogenéticas y hacer inteligibles los procesos de especiación (Lewis, 2001; Barraclough y Nee, 2001), y en este sentido tiende a minimizarse cualquier rol que pudiesen jugar los valores e incluso se niega que exista aquí un aspecto convencional de algún tipo (véase como crítica a esta posición Laporte, 2005).

Por último, y para cerrar este apartado, si bien es cierto que se tiende a minimizar el rol de los valores en la inferencia filogenética, ello no implica que en esta literatura no exista una riqueza filosófica sobresaliente sobre la justificación de uno u otro algoritmo, como se verá en el capítulo tercero de esta tesis (véase por ejemplo Brower, 2000; DeQueiroz y Poe, 2001; Helfenbein y DeSalle, 2005; Kluge, 1999, Kluge, 2001; Laporte, 2005; Rieppel, 2003; Rieppel, 2005a; Rieppel, 2005b, Rieppel, 2005c, Siddall y Kluge, 1997). Sin embargo, tales discusiones pocas veces cuestionan o dejan de suponer que la biosistemática ofrece resultados que convergerán hacia la verdad, entendida ésta como una

verdad metafísica correspondentista (véase Apéndice C, así como el texto de Brower, 2000, quien hace un recuento sobre los axiomas de la filogenética).

## 2.5 La inferencia filogenética

La inferencia filogenética, de acuerdo a Sober (1988; pp. 50) es un patrón inferencial abductivo, es decir en el cual a partir de una serie de observaciones, y en conjunción con una lista incompleta de premisas, se busca reconstruir o mejor dicho abducir la premisa faltante. Sober nos recuerda asimismo que ésta es una abducción *ceteris paribus* en la cual una premisa faltante, la hipótesis filogenética, se considera preferible ya que satisface el criterio de parsimonia o algún otro. En el caso concreto de la sistemática filogenética no nos encontramos con un argumento abductivo propiamente proposicional pero si se busca abducir una premisa en particular, la topología particular que muestre las relaciones entre una serie de taxa.

Para Sober el problema epistemológico sobre la inferencia de patrones puede resumirse entonces como sigue:

**Distribuciones de estados de carácter + Asunciones sobre los procesos → Patrón filogenético.**

Y lo anterior puede reformularse como sigue:

**Distribuciones de estados de carácter + Método de Inferencia → Patrón filogenético.**

Sin embargo, subyace en esta formulación la idea de que la flecha no debe ser leída como una deducción ya que ello requeriría una visión nomológica sobre los procesos biológicos y dado que todo parece indicar que a lo más contamos con una visión probabilística sobre ellos entonces esa flecha puede ser leída ya sea como una abducción o como una inducción sobre la probabilidad de tal patrón, es decir sobre el grado de confirmación o falta de confirmación que apoya a una hipótesis.

Subyace asimismo la idea de que podemos separar los procesos de los patrones, básicamente la justificación de tal separación consiste en afirmar que las topologías

ofrecidas en la sistemática filogenética nos hablan sobre relaciones entre taxa, relaciones que pudieron haber sido causadas de múltiples formas si atendemos a los procesos, es decir en principio un patrón puede ser múltiplemente realizable por varios procesos. Así, Sober considera que mientras menos tengamos que saber sobre los procesos mejor será nuestro conocimiento de los patrones, ello debe leerse sin embargo como una aseveración sobre la independencia lógica de la conclusión sobre los patrones ya que, de acuerdo a Sober, si nuestro patrón depende en gran medida de nuestros conocimientos sobre los procesos entonces no será una conclusión tan fuerte (lógicamente) a diferencia de si dependiese en menor medida. En sus palabras la regla de “Menos es Más” gobierna al estudio de los patrones con relación al conocimiento de los procesos.

Una vez que tal topología se ha abducido entonces es posible ofrecer una explicación sobre la distribución actual de los caracteres ya que éstos pueden ser mapeados en la topología y por consiguiente se puede esclarecer porqué tal distribución es el caso (véase Apéndice B para un análisis sobre cómo se construyen los árboles, y véase el Apéndice C para ver cómo es que ello es explicativo).

Cabe mencionar sin embargo que el proceso de abducción puede ocurrir en dos formas, o bien se usa un criterio de construcción de árboles que esté diseñado para atender a cierto criterio de optimización –como se hizo en las primeras formas de los algoritmos de parsimonia– o bien se construyen árboles más o menos al azar para que luego se les evalúe a la luz de un criterio de optimización escogiendo el árbol más óptimo (Ochoterena, 2005).

Podría parecer que este último procedimiento no es ya propiamente abductivo pero, y siguiendo a Aliseda (2000, 2003), si concebimos a la abducción como un proceso de razonamiento –no monótono y altamente dependiente de la información del contexto– que va de la evidencia hacia la explicación en un sentido opuesto al de la deducción y en el cual intervienen criterios de elección para encontrar las premisas faltantes, entonces ambas formas cumplirían todos los requisitos ya que los criterios de optimalidad son criterios de selección de topologías<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Recordemos que autores como Dummett (1973) consideran que los argumentos abductivos no son persuasivos sino explicativos, es decir la dirección epistemológica y la dirección lógica están opuestas, ya que lógicamente se procede de la evidencia hacia la premisa faltante pero explicativamente se procede a explicar la evidencia.

Dado lo anterior se puede entonces aplicar una reflexión que se realiza tradicionalmente en el terreno de la abducción y es que la búsqueda de la premisa faltante ofrece múltiples premisas o cuerpos de premisas adicionales que pueden de hecho explicar la evidencia ya que en sentido estricto todas ellas están lógicamente subdeterminadas (Aliseda, 2000, 2003), de hecho esto es básicamente el problema de la selección de modelos, un problema de elección entre premisas faltantes dentro de un patrón abductivo en el cual las opciones están lógicamente subdeterminadas por la evidencia. En los aparatos siguientes nos enfocaremos en cómo la sistemática filogenética ha lidiado con esta multiplicidad de opciones.

## **2.6 Los Modelos en Sistemática Filogenética:**

En este apartado defenderé la idea de que en la sistemática filogenética podemos encontrar al menos tres nociones de modelo y una noción sobre estrategia de modelación. No quiero implicar con ello que los sistématas mismos reconozcan a estos tres tipos de modelos como modelos sino que en cierto sentido todos estos modelos satisfacen las condiciones mencionadas en el segundo capítulo y que por tanto pueden ser concebidos como modelos. Estas tres nociones son: Modelos de identidad taxonómica, Modelos evolutivos y Modelos de patrón.

➤ **Modelos de identidad taxonómica:** La primera noción de Modelo que podemos encontrar es una noción familiar a la propuesta por van Fraassen cuando éste habla de modelos de datos, familiar en tanto que modela a los fenómenos, es decir captura las regularidades. En la sistemática filogenética los caracteres de los taxa normalmente se codifican en forma de tablas de taxa vs. caracteres en las cuales se expresan en forma numérica (usando a los números como etiquetas) las hipótesis primarias de homología.

Así, esas tablas de caracteres vs. taxa en cierta forma definen el número de taxa, la identidad de éstos ya que la conjunción de todos los estados de carácter codificados para un taxón es lo que será objeto de análisis y en cierto sentido se considera que las conclusiones que se sigan sobre tal distribución son conclusiones que se afirman sobre el taxón mismo, estipulan asimismo lo que se considera homólogo (de hecho en dos

sentidos de homología ya que se establece la homología de los estados de carácter así como la homología transformacional entre los estados de carácter, al menos en forma hipotética). Por último el criterio de incorporar o no cierto tipo de caracteres dependiendo de si se consideran informativos o no, o el pesaje de caracteres son en cierta forma aspectos relacionados con estos primeros modelos.

Podríamos decir con justicia que estos modelos modelan ya que aplican un marco de partición –*partitioning frame sensu* Winther, (2006)– tal que se delimitan de cierta forma los caracteres, sus estados, y su variabilidad. Se delimita igualmente qué cuenta como una OTU.

- **Modelos evolutivos:** Este tipo de modelos no se encuentran en todos los tipos de inferencia filogenética, en especial están ausentes –al menos de forma explícita– en los métodos de parsimonia (véase el Apéndice B para una discusión de porqué ello ocurre). La idea básica de un modelo evolutivo es que se construye una serie de tasas en las cuales se especifican las probabilidades de que un cierto estado de carácter se modifique para dar lugar a otro estado de carácter (Lewis, 2001). De hecho algunos de los modelos neutros que Wimsatt aborda son modelos evolutivos en este sentido.

Originalmente el método de verosimilitud construía modelos evolutivos sobre las tasas de cambio de las bases nucleotídicas del DNA existiendo modelos en los cuales se proponía una tasa general de cambio entre nucleótidos, otros en los cuales había una tasa para las transiciones y otra para las transversiones, otros más tenían tasas de cambio para cada nucleótido en especial (Lewis, 2001).

- **Modelos de patrón:** Los modelos de patrón son básicamente las topologías finales, les llamo modelos de patrón porque pretenden ser un modelo de las relaciones filogenéticas de ancestría común entre los taxa de interés. En el caso del Cladismo basado en parsimonia los modelos de patrón son los cladogramas, los cuales son básicamente topologías, aunque también podrían considerarse como modelos de patrón a los árboles y los escenarios evolutivos en los cuales se integran aspectos de los procesos en la topología misma (véase Winther, 2006, para un análisis de porqué son integraciones y no unificaciones, subsunciones o explicaciones deductivas). En el caso de la verosimilitud los modelos de patrón son los árboles en los cuales hay una topología y una geometría particulares. La importancia de estos modelos radica en que son las

premisas faltantes en el patrón abductivo, que, cuando se construyen, permiten construir explicaciones sobre la distribución de estados de carácter y evolución de un grupo de taxa. Así, todo el proceso de modelación está enfocado en la construcción de estos modelos.

Todos los modelos anteriores pueden ser definidos como tal ya que cumplen los requisitos que se especificaron en la sección 2.3 de esta tesis. Primero, todos ellos tienen una contraparte modelada, en el primer tipo de modelo la parte modelada son los ejemplares mismos, los modelos remanentes, o las descripciones de los taxa más inclusivos, en el caso de los modelos evolutivos su contraparte es el fenómeno de mutación puntual (al nivel molecular) o el cambio de un estado de carácter a otro en la evolución de un taxón, en el modelo de patrón la contraparte es básicamente el segmento del árbol de la vida como de hecho ocurrió en la evolución.

Todos los tipos de modelos mencionados son representaciones en las cuales se pretende que exista cierta semejanza entre lo modelado y el modelo, por ejemplo en los modelos de identidad taxonómica se pretende que la columna que representa a un cierto taxón lo haga de tal forma que cada celda de la columna se corresponda con un carácter del taxa, se pretende asimismo que las mismas etiquetas usadas en un renglón (un carácter particular) representen relaciones de homología propuestas. Por otro lado en el caso del modelo evolutivo se pretende que la tasa de cambio de estados de carácter se corresponda con la tasa de cambio real o al menos que sea lo suficientemente cercana como para permitir usarle de aproximación, mientras que en el modelo de patrón se pretende que la topología se acerque lo más posible a las relaciones filogenéticas reales.

Obviamente la semejanza en todos los casos depende de las categorías de relevancia y lo objetivos, que en el primer tipo de modelos pretende recuperar la homología, en el segundo la tasa de cambio y en el tercero al patrón evolutivo mismo. Así cada modelo se realiza atendiendo a una finalidad distinta, los modelos de identidad taxonómica se construyen atendiendo a la necesidad de trasladar la información existente en el modelo remanente, los ejemplares, a una tabla que pueda ser procesada por un algoritmo, y son en este sentido modelos mediadores.

En el caso de los modelos evolutivos el fin es desarrollar modelos de evolución de caracteres que sean lo más precisos posibles a la hora de construir los modelos de patrón dados problemas como la LBA (ver Apéndice A), y serían modelos mediadores ya que propiamente no constituyen los aspectos centrales de la filogenética puesto que ésta se enfoca en los patrones y no en los procesos. Sobre si tales modelos son modelos constitutivos de teorías en otros campos de la evolución, mi respuesta es básicamente que no lo sé. Ciertamente son un tipo de modelo muy interesante y tal vez si uno estudia la evolución de ciertas estructuras, rutas metabólicas, etc. resulte que tales modelos son constitutivos de el estudio de la evolución de tales rasgos, pero, ya que la parsimonia no los requiere y que la verosimilitud puede, según autores como Lewis (2001) o DeQueiroz y Poe (2001), preservar la validez de un árbol aun si el modelo que le subyace es incorrecto, entonces, tentativamente, los declararía como modelos que se usan como instrumentos y no como núcleo teórico de la sistemática.

Con relación al tercer tipo de modelos, en éstos se pretenden reconstruir las relaciones filogenéticas –al menos aunque no solamente, por ejemplo si se hace biogeografía o coevolución se pueden recuperar aspectos mucho más diversos– para así poder explicar la distribución observada de estados de carácter a través de los taxa. Estos modelos son el núcleo teórico de la sistemática.

Dicho lo anterior ahora se puede abordar el punto sobre la estrategia de modelación y cómo en ella se selecciona la mejor explicación de entre todas las posibles, de acuerdo a ciertos criterios.

La estrategia de modelación básicamente consiste en construir modelos de identidad taxonómica a partir de los modelos remanentes. En el caso de la parsimonia ello se hace incluyendo todo tipo de caracteres (morfológicos, moleculares, etc.) que presenten variación al interior del grupo de estudio. En el caso de la verosimilitud se incluyen preponderantemente caracteres moleculares (Lewis, 2001) que pueden o no ser invariantes para todo el grupo de interés.

Una vez construido el modelo de identidad taxonómica, éste se procesa por un algoritmo. En el caso de la Parsimonia el algoritmo contiene el criterio de optimalidad y selecciona un cladograma, aquél que sea más parsimonioso, es decir el que tenga una menor longitud, léase un menor número de pasos, de hipótesis ad hoc en las cuales ciertas

hipótesis de homología primaria se reconceptúan como homoplasias con la intención de hacer inteligible la distribución observada.

En el caso de la verosimilitud se procesa el modelo de identidad taxonómica a la luz de un modelo evolutivo y un algoritmo –que permitirá calcular la geometría del árbol y con ello las probabilidades condicionadas– de tal forma que se selecciona el árbol más verosímil de entre todos los posibles.

Así, la elección entre diversas hipótesis que expliquen una distribución de caracteres dada se remonta finalmente a la elección entre dos estilos de modelar la identidad taxonómica, de incorporar los conocimientos de los procesos, o no, y de concebir como criterio de aceptabilidad a la parsimonia o a la verosimilitud. Ello obviamente influencia si una topología dada, un modelo de patrón, se considera adecuada como modelo de las relaciones filogenéticas.

Ahora bien, ¿qué dicta la elección entre estos estilos de modelar?, la respuesta tendrá que esperar al último capítulo de esta tesis, pero antes podemos elaborar sobre el siguiente punto: ¿por qué tenemos que elegir?

## **2.7 Conclusión: ¿cuándo podemos ser plurales?**

*Sobre los modelos:* Las nociones aquí propuestas probablemente recuperan aspectos de la práctica taxonómica en forma tal que es posible hacer un análisis detallado de cómo se van construyendo a partir de los ejemplares mismos y hasta llegar a un cladograma general. Ello es importante porque hasta ahora nadie había propuesto una clasificación sobre los tipos de modelos usados en todo el proceso de inferencia filogenética, atendiendo a la generalidad de esta inferencia y no sólo a estilos particulares. Por ejemplo, si se analizaran los métodos bayesianos se descubriría que allí también encontramos estos tres tipos de modelos, aunque la forma en la cual construyen a los modelos evolutivos es ciertamente muy diferente que la presentada aquí.

Asimismo creo que el énfasis en los modelos permite hacer inteligible una aproximación de las diversas metodologías que atiendan a diversos estilos de modelar ya que, como se pudo ver, los marcos de partición son fundamentales para elaborar los

modelos de identidad taxonómica, asimismo se pudo ver en forma clara la forma en la cual los valores y los estándares entran en cada momento de la modelación misma.

*¿Cuándo podemos ser plurales?:* Para responder esta pregunta sería pertinente distinguir entre múltiples modelos de una misma clase (p. ej. modelos remanentes) y múltiples modelos de distintas clases. Ello es importante porque en principio podemos distinguir entre modelos que son agnósticos<sup>6</sup> entre sí (no hacen mención a variables, parámetros, conclusiones, leyes o algún otro aspecto presente en otros modelos), y modelos que son ateos entre sí (es decir de tomarlos como verdaderos a ambos incurriríamos en una contradicción). De hecho incluso podemos redividir la segunda categoría al distinguir entre modelos ateístas fuertes y ateístas débiles, siendo los primeros modelos que interpretamos de tal forma que los consideramos verdaderos mientras que los segundos son modelos neutros en el sentido de Griesemer, modelos que sabemos falsos pero que nos son útiles.

Ahora bien, dadas estas distinciones, se puede pluralizar (es decir considerar que los modelos nos ofrecen todos cierto grado de informatividad y que en cierta forma recuperan algún contenido empírico) si:

- Tenemos multiplicidad de modelos agnósticos de una misma o varias clases.
- Tenemos modelos ateístas débiles de una clase o varias, de hecho aquí podemos usar los teoremas fuertes *sensu* Levins.
- Tenemos multiplicidad de modelos pero, dada una clase sólo nos comprometemos con uno el cual es ateísta fuerte con respecto a otros modelos de esa misma clase.
- Y casos híbridos en los cuales hay clases de modelos con modelos agnósticos entre si, otras con modelos ateístas débiles y otros son ateístas fuertes. Ahí se puede pluralizar parcialmente.

Obviamente lo anterior deja abierta la forma en la cual se especifica la clase de un modelo; y ya que por motivos de extensión y claridad proponer un enfoque general excedería los alcances de esta Tesis, lo que haré será aplicar esa reflexión a la Sistemática, en la cual tenemos lo siguiente:

---

<sup>6</sup> Sober en su (200X) propone esta distinción para teorías que son ateas o agnósticas con respecto a ciertos términos. En ese texto Sober pretende evaluar si la simplicidad podría discriminar entre ellas.

- **Caso 1:** Una multiplicidad de modelos agnósticos en los modelos de identidad taxonómica.
- **Caso 2:** Una multiplicidad de modelos ateístas débiles en los modelos de evolución
- **Caso 3:** Una multiplicidad de modelos ateístas fuertes en los modelos de patrón ya que se asume que hay una única filogenia y una única representación de la misma.

Así, es posible pluralizar en el primer caso e incluso enriquecer a los modelos unos con otros construyendo modelos cada vez mas informativos. En el caso dos es posible construir diversos modelos de evolución y considerar como teoremas fuertes a los clados expresados en los modelos de patrón que reocurren cuando cambiamos de modelos de evolución. Sin embargo estos árboles de consenso obtenidos, que funcionarían como teoremas fuertes, tendrían poca resolución y probablemente no serian muy útiles para los taxónomos. Por ende, aun así seguirá siendo necesario elegir entre diversos modelos de patrón ya que se sostiene que sólo uno puede ser válido. Ahora, ese es el planteamiento de porque hay la necesidad de elegir. Y es ahí donde la idea de desacuerdo racional entrará en acción.



**CAPÍTULO TERCERO:**  
**DESACUERDOS RACIONALES, SELECCIÓN DE MODELOS Y SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA**  
*(A Modo de Conclusión)*

*“La Biología nace y muere en la Sistemática”*  
**Martha Martínez Gordillo**

En los dos primeros capítulos de esta tesis se introdujeron las nociones de desacuerdo racional y del problema de la selección de modelos, en este capítulo se buscará hilvanarlas de tal forma que resulte claro en qué forma lo segundo se interconecta con lo primero. Para poder aplicar tales conceptos se seguirá el siguiente recorrido en la exposición: primero se re-articula la noción de desacuerdo en términos longineanos, segundo, se hace mención de los aspectos que se han considerado relevantes al interior de la sistemática al discutirse cuál, de entre los algoritmos revisados, debería ser elegido. Finalmente se presenta un estándar, la corroboración popperiana, que fue utilizado para justificar a los criterios de aceptabilidad epistémica de los cladogramas pero que ha sido interpretado a la luz de la parsimonia y de la verosimilitud.

Sin embargo, antes de entrar de lleno con el argumento es necesario mencionar algunos señalamientos que no debemos pasar por alto en ningún punto de esta argumentación. Primero, que la idea de desacuerdo racional no implica que tal acuerdo persistirá indefinidamente o que las elecciones que se tomen en un contexto estén injustificadas; esto es importante tenerlo claro porque la idea de desacuerdo racional se compromete con la existencia de una multiplicidad de opciones todas ellas justificadas en un cierto tiempo y contexto, no con la idea de que a la postre todas ellas vayan a resultar igualmente exitosas.

De hecho el ejemplo presentado en este capítulo constituyó un desacuerdo racional que, con la publicación de la obra de Rieppel (2003, 2005a, 2005b, 2005c), terminó por disolverse ya que la discusión entorno a las virtudes que interpretaban el criterio de aceptabilidad se convirtió en una discusión sobre el estándar mismo que se tomaba como punto común; desafortunadamente analizar los argumentos ofrecidos en esta “subida de nivel” excede los alcances de esta tesis.

Segundo, que el análisis que se ofrece aquí es fundamentalmente epistemológico y no necesariamente nos compromete con alguna ontología particular con respecto a las

especies u otros taxa. Tercero, que esta tesis no pretende ofrecer una solución ni una posición ante el estado actual de la discusión en la sistemática sino únicamente esclarecer parte del conflicto que ha subyacido a tal discusión. Cuarto, que por motivos de espacio y claridad se dejarán de lado una multiplicidad de opciones existentes hoy en día en el área de la sistemática filogenética, asimismo se dejarán de lado algunas controversias asociadas que pueden surgir en áreas afines. Así, nos enfocaremos substancialmente en el debate entre máxima parsimonia vs. máxima verosimilitud. No es la intención de esta tesis sugerir que los resultados ofrecidos aquí pudiesen aplicarse sin más ni más a una discusión más compleja pero si es la intención sugerir que es posible aplicar un análisis semejante si tal análisis incorpora más elementos como por ejemplo el tipo de premisas que subyacen en la biogeografía o en otros algoritmos de inferencia filogenética.

Quinto y como conclusión adelantada, esta tesis pretende defender que hubo un desacuerdo racional, al menos en la forma en la cual se justificó la elección entre los algoritmos de parsimonia y verosimilitud a la luz de la corroboración popperiana; claro está ello presupone una noción contextualista de la justificación a la manera de Longino.

### **3.1 Re-Articulando la noción de desacuerdo racional:**

Ahora es sin duda el momento de articular una noción de desacuerdo racional que tome en cuenta todo lo dicho anteriormente. Para ello retomaremos la noción de aceptabilidad epistémica de Longino que versaba así:

“Un contenido *A* es *epistémicamente aceptable* en una comunidad *C* en el tiempo *t* si *A* está apoyado por datos *d* evidentes a *C* en *t* a la luz de los razonamientos y asunciones de fondo que han sobrevivido un escrutinio crítico desde la mayor cantidad de perspectivas disponibles en *C* en *t*, y *C* se caracteriza por la existencia de canales para la crítica, la recepción de la crítica, estándares públicos que guíen la crítica así como por una equidad atemperada en la autoridad intelectual.”<sup>1</sup> (Longino, 2002; pp. 135, cursivas como en el original).

Lo anterior implica que un sujeto actuará racionalmente al aceptar un contenido *A* si este sujeto forma parte de *C*, tiene acceso a los datos *d* y comparte los razonamientos y asunciones de fondo –lo cual se cumplirá si, como se ha supuesto, el individuo forma parte de *C*– lo que requiere la existencia de canales al interior de *C* que difundan tanto los datos

---

<sup>1</sup> Todas las traducciones de este texto son libres.

como los patrones de razonamiento y las críticas. Asimismo requiere que el sujeto reconozca a los estándares públicos como criterios de evaluación con los cuales se compromete de tal forma que ello es la razón de su aceptación, es decir ésta obedece a los razonamientos y datos disponibles y no a fenómenos coercitivos lo que nos lleva a afirmar que también debe respetarse el requisito de una equidad intelectual atemperada.

Si en efecto todo lo anterior se satisface, ello permitiría decir, en palabras de Longino, que un contenido A cuenta conocimiento si:

“Un contenido dado A, aceptado por los miembros de C cuenta como *conocimiento* para C si A se conforma con relación a su(s) supuesto(s) objeto(s) [los objetos que se pretenden modelar] (al menos lo suficiente para permitir a los miembros de C llevar a cabo sus proyectos con respecto a esos objetos), y A es epistémicamente aceptable en C.” (Longino, 2002; pp. 136, cursivas como en el original).

En donde la relación de conformidad se juzga a la luz de los fines con los cuales se construyó la representación que porta el contenido A y a la luz de los estándares públicos que dictan que en efecto dicha representación refleja adecuadamente el objeto modelado. Así, si tanto la aceptabilidad se da bajo las normas estipuladas anteriormente como si la conformación se da a la luz de ciertos estándares y cumple con los fines, entonces es posible afirmar que tal práctica se considera productora de conocimiento ya que según Longino ello es el caso cuando:

“Los procesos y prácticas de construcción y aceptación de contenidos, tales como aquellas contenidas en las categorías de la observación y el razonamiento, son *prácticas productoras de conocimiento* en C si, cuando son aplicadas por los miembros de C, éstas tienden a resultar en la producción o adopción de contenidos epistémicamente aceptables que se conforman con sus (supuestos) objetos lo suficiente para permitir a los miembros de C el llevar a cabo sus proyectos con respecto a esos objetos.” (Longino, 2002; pp. 137, cursivas como en el original).

Y como puede verse subyace a toda esta propuesta una serie de principios que ya habíamos visto, a saber: existe un pluralismo axiológico, *i.e.* de fines. Existen así también constricciones computacionales y límites al conocimiento que hacen la optimización imposible de tal forma que se busca la satisfacción, misma que se mide a la luz de un conjunto de valores que pueden sin embargo ser estructurados de diversas formas o incluso diferir en cuanto a lo que se ha de considerar un valor. Resultando entonces en una racionalidad acotada y centrada en valores, o más en general, centrada en estándares públicos.

Dado lo anterior entonces es posible afirmar que la violación de los estándares comunitarios conduce a diversos tipos de desacuerdos, a saber, la violación de (i) que deben existir conductos para la expresión y diseminación de la crítica, nos llevaría aun *desacuerdo arracional*, la violación de los puntos (ii) que deben existir una respuesta a la crítica y (iv) que debe existir una paridad intelectual atemperada, conduce a un *desacuerdo irracional*, mientras que la violación o aplicación diferencial del punto (iii) que deben existir estándares públicos que permitan una referencia ante la cual se evalúen las teorías y que dicten cuando un modelo se considera suficientemente conforme a lo modelado, conduce al *desacuerdo racional*.

En el caso de los desacuerdos racionales éstos se dan cuando lo único que no se comparte al interior de una comunidad son los estándares epistemológicos, o al menos éstos no se ponderan en la misma forma; en el caso de desacuerdos no racionales, éstos se dan cuando no existen canales para la crítica, y por tanto los sujetos no pueden acceder a argumentos, razones o evidencias que podrían ser relevantes para su investigación, ello no implica que actúen en forma irracional, sólo que sería absurdo reprocharles que su conocimiento situado los hace pasar por alto razones, evidencias o argumentos que podrían influir en sus decisiones pero que no les son disponibles. Ése es un desacuerdo arracional ya que ninguna de las partes actúa irracionalmente, todas harán lo posible dado el conocimiento y los recursos epistémicos que poseen. Por el contrario, el incumplimiento del requisito dos y cuatro nos lleva a un desacuerdo irracional, ya que cierta parte de la comunidad simplemente no responde o no atiende a las críticas y no cambia su actitud incluso cuando éstas son relevantes para la investigación que ese sector de la comunidad realiza, o porque cierto sector utiliza su posición privilegiada para censurar argumentos o razones, o elimina evidencia, que ciertamente sería relevante para la investigación que se realiza, eliminando en ambos casos posibles críticas que atañen a la justificación de considerar cierto contenido o información como conocimiento justificado.

Lo anterior permite separar los desacuerdos que surgen bajo problemas de falta de comprensión o comunicación, desacuerdos que Kuhn (1969, 1977) considera presentes cuando dos teorías inconmensurables se encuentran, noción que desafortunadamente el mismo Kuhn parece confundir con un genuino desacuerdo racional. Asimismo y por último, permite hacer inteligible el problema de la selección de modelos como un caso de

desacuerdo racional ya que es justamente un desacuerdo en los fines y estándares de evaluación, en los cuales hay compromisos irresolubles ya que se asume en este caso particular una hipótesis de una única representación válida, lo que desencadena que no se pueda hacer una elección consensual sobre qué modelo representa de forma más adecuada al árbol de la vida.

### **3.2 Esbozos de una larga discusión:**

Empecemos esta sección con un ejemplo que nos permita reintroducir el problema de la selección de modelos en la sistemática filogenética. Supongamos que somos botánicos y estamos interesados en la filogenia de las especies al interior de un cierto género. Lo primero que deberíamos hacer es obviamente hacer una revisión detallada de los ejemplares, los modelos remanentes de Griesemer, para luego elaborar diagnósis y descripciones para cada especie, asimismo sería útil proponer un grupo externo para el análisis y repetir este mismo proceso. Obviemos por el momento esos pasos y supongamos que ya los hemos finalizado exitosamente.

Ahora nos enfrentamos con la necesidad de elaborar una tabla de caracteres vs. taxones, es decir un modelo de identidad taxonómica, sin embargo, ya en este punto nos enfrentamos con un problema, sino es que muchos. ¿Debemos construir la matriz de caracteres vs. taxones incluyendo todo posible carácter? o, por el contrario, nos enfocaremos en los caracteres moleculares ya que en cierto sentido son finalmente los genes los que portan los programas de desarrollo, son finalmente los genes los portadores de la información de aquello que constituye a un organismo. También nos enfrentamos en este momento con la duda de si debemos incluir sólo a los caracteres que presentan variación al interior del grupo de estudio, es decir nuestro grupo interno + grupo externo, o debemos incluir todo posible carácter, incluso si es invariante a lo largo de todos los taxa que analizaremos. Por último nos enfrentamos con la siguiente problemática, ¿debemos analizar todos los caracteres juntos, sin importar si son moleculares, morfológicos, fisiológicos, etc.? ¿o los analizamos por separado?

Todas estas preguntas se le presentan al sistémata, a todas ellas debe dar una respuesta para poder siquiera construir la tabla de taxa vs. caracteres.

Supongamos por el momento que ya hemos decidido qué haremos en todos esos casos y que ya tenemos la tabla de caracteres vs. taxa. ¿Qué algoritmo usaremos ahora?, ¿máxima parsimonia o máxima verosimilitud?.

La respuesta está en función, al menos parcialmente, de las respuestas que hayamos dado a todas las preguntas anteriores. Por ejemplo, si decidimos usar máxima parsimonia no será de ninguna utilidad poner caracteres invariantes, y ciertamente no nos encontraremos limitados a los caracteres moleculares únicamente. Sin embargo si hemos decidido usar la máxima verosimilitud probablemente será más sencillo usar caracteres moleculares puesto que los modelos de evolución para caracteres morfológicos aún son incipientes. Asimismo será necesario incorporar todo carácter, incluso si éste es invariante.

Y en efecto, éstas son algunas de las respuestas que encontramos en la sistemática filogenética. Empero uno podría sentirse tentado a pensar que finalmente hay un único árbol de la vida y que sin importar cuál método escojamos tenderemos a encontrar una única topología. Desafortunadamente ello no ocurre siempre, es más, ello no ocurre casi nunca.

Una razón que puede ofrecerse ahora es que el mismo modelo de identidad taxonómica se traza a la luz de un cierto estilo para inferir las filogenias, ya sea usando la verosimilitud o usando la parsimonia, estilo que viene acompañado de ciertos marcos de partición sobre qué cuenta como carácter, como estado de carácter, y como carácter informativo. Así, desde un principio hay un compromiso en cuanto al tipo de información que puede ser objeto de análisis y sobre cómo va a analizarse.

Uno podría entonces pensar que es posible una combinación de estilos pero como ya hemos visto uno de los axiomas centrales de la inferencia filogenética es que hay un único árbol de la vida y hay una única representación legítima de él. Al menos si sólo atendemos al patrón. De tal forma que si un análisis de parsimonia nos regresa un árbol y un análisis de verosimilitud nos regresa otro diferente nos encontraremos con un problema, problema que no puede resolverse simplemente al considerar como válidos a ambos modelos. Dado el axioma mencionado tenemos que concluir que al menos una de las topologías es falsa. ¿Pero cuál?

Ese problema es el problema de la selección de modelos al que esta tesis se refiere, el problema de elegir entre diversos modelos de patrón.

El problema presentado así es sin embargo una simplificación. Normalmente el análisis de parsimonia nos regresa decenas, centenas o incluso miles de árboles igualmente parsimoniosos, y por si ello fuera poco, normalmente construimos árboles de consenso o de compromiso con ellos, a los cuales se les somete a análisis estadísticos como el Bootstrap o el Jackknife, obteniendo así un árbol que puede, curiosamente, representar agrupaciones de clados que no se encuentran en ninguno de los árboles más parsimoniosos (Ochoterena, 2005). En el caso de la verosimilitud, normalmente el análisis nos regresa un único árbol con una topología y geometría particular. Empero también a este árbol se le somete a análisis de Bootstrap o Jackknife, obteniéndose nuevamente un árbol final que muestra únicamente los clados con mayor nivel de apoyo.

Así, la controversia de qué modelo de patrón elegimos descansa en una serie de controversias mucho más particulares. Mencionaremos algunas de ellas brevemente sólo para ilustrar los focos de atención que cada una aborda pero las dejaremos de lado ya que hacer una revisión puntual de cada una excede los alcances de esta Tesis.

#### *Análisis separados vs. análisis simultáneos*

Esta discusión se basa en tres puntos que han suscitado conflicto en la sistemática. Primero, si datos de diversa índole incluyen señales filogenéticas diferentes, por ejemplo en los casos en los cuales los árboles de genes no coinciden con los árboles de especies (véase el Apéndice A). Segundo, sobre si vale la pena añadir datos morfológicos cuando disponemos de datos moleculares. Y finalmente, tercero, sobre si es adecuado trabajar con matrices grandes dado el problema de la NP-completud (Ochoterena, 2005). Véase también Rieppel (2003), Bergsten (2005) y Lewis (2001).

#### *Sobre la Naturaleza de las especies:*

Esta discusión aborda el estatus ontológico de las especies y cómo ello afecta el estatus disciplinar de la sistemática filogenética de tal forma que se aceptan o rechazan ontologías de especies que permiten o no construir predicciones, véase Siddall y Kluge

(1997) para una crítica a la visión de clases y cómo ello favorece a la parsimonia. Véase también Boyd (1999) y Griffiths (1999) para una defensa de las especies como clases.

#### *Consistencia estadística:*

Véase Siddall y Kluge (1997) así como Goloboff (2003). La discusión de fondo aborda las implicaciones de un dilema conocido como el dilema de Wald y que afirma lo siguiente: Si el número de parámetros estorbosos *–nuisance parameters–* se incrementa proporcionalmente con el aumento de datos entonces el método será inconsistente. El problema entonces es que los algoritmos inconsistentes son poco confiables ya que sus resultados carecen de robustez.

### **3. 3 Modelos, Asunciones y virtudes**

Hasta ahora se han presentado las discusiones asociadas a la discusión central de esta tesis, la cual es básicamente si debemos usar la parsimonia o la verosimilitud, y si debemos o no incorporar modelos evolutivos. Este apartado presenta los argumentos que hasta ahora se han ofrecido en el área, primero, a la luz de la justificación popperiana que ambos estilos han ofrecido, segundo, a la luz de las críticas y contra argumentos que se han pronunciado.

#### *3.3.a Una justificación popperiana de la máxima parsimonia*

Lo expuesto en este apartado es una síntesis de los argumentos esbozados por Kluge en sus (1999) y (2001), por Siddall y Kluge en su (1997) y por Siddall en su (2001). En esos artículos se comenta que originalmente la MP se defendió con una base probabilística, indicando que su resultado era el más verosímil dado un conjunto de evidencia (Farris). Sin embargo Nelson y Platnick en su (1981) elaboran una defensa de la misma basada en el falsacionismo popperiano. Vale la pena hacer notar que este esfuerzo obedece a una crítica realizada por un taxónomo evolucionista (Vernon, 2001, Hull, 1988) que pretendió defender el método tradicional al afirmar que era el más corroborado.

Lo anterior dio lugar a que los defensores de la MP consideraran su método como esencialmente deductivo, acorde con la noción de las especies como individuos pero sobretodo, como el método filosóficamente más sólido. En este sentido, la defensa de la parsimonia como un criterio únicamente epistemológico se da a la luz de la obra de Karl Popper.

Pero analicemos lo dicho parte por parte. Con lo que respecta a la noción de MP como un algoritmo deductivo debemos traer a colación la fórmula general propuesta por Karl Popper para la corroboración y que se expresa así:

$$C(h/eb) = [p(e/hb) - p(e/b)] / [p(e/hb) + p(e/b) - p(eh/b)]$$

Donde  $h$  representa la hipótesis,  $e$  la evidencia,  $b$  el conocimiento de fondo,  $p$  la probabilidad,  $C$  la corroboración y ' $|$ ' se lee como 'dado'. En esta fórmula el denominador es sólo un factor de normalización que impone un rango de  $[-1, 1]$  a la corroboración, con lo cual no puede ser entendida como una probabilidad pues se violarían los axiomas centrales de la misma que la definen como una medida entre  $[0, 1]$ . Así, el numerador es la parte central de la corroboración y básicamente es una generalización de la fórmula de la verosimilitud de Fisher pero incorporando el elemento del conocimiento de fondo.

El criterio de aceptabilidad popperiano afirma que debemos escoger a la hipótesis con el mayor grado de corroboración. La probabilidad en la obra primaria de Popper era una probabilidad lógica, relacionada al grado de creencia, pero posteriormente admitió que podía interpretársele como una propensión de las entidades (Rieppel, 2003; Helfenbein y DeSalle, 2005).

En este punto debemos mencionar que la falsación popperiana parte de una asimetría propia de los enunciados universales, éstos nunca pueden ser verificados concluyentemente pero si pueden ser falsados con únicamente un evento que les contradiga.

La fórmula anterior también es importante porque sienta un criterio por el cual la simplicidad puede jugar un papel en las hipótesis científicas, más allá de criterios estéticos que apelan al observador. Popper menciona repetidas veces que las hipótesis más simples son las más falsables, y en este sentido las más corroborables, dado que requieren siempre de un menor número de observaciones para ser refutadas. Un ejemplo típico que mismo

Popper presenta tiene que ver con un caso ideal en el cual queremos saber si un conjunto de puntos se corresponde con un círculo o una elipse, Popper nos dice que para testar al círculo necesitamos conocer únicamente cuatro puntos mientras que en el caso de la elipse necesitamos cinco; esto es así porque dados cuatro puntos cualesquiera a los cuales no los une una única recta, siempre podemos trazar una elipse, por lo que requeriremos un quinto punto para saber si, en efecto, nuestra hipótesis de la elipse describe a los puntos dados o no. Por lo tanto la hipótesis más simple, la más corroborable, es en este caso el círculo.

Asimismo, la regla metodológica fundamental del falsacionismo implica que no recurriremos a soluciones convencionales, esto es, no incluiremos hipótesis *ad hoc* para salvar las hipótesis bajo evaluación cuando resulten falsadas a menos que esto aumente el contenido empírico de la hipótesis bajo evaluación.

De lo anterior se sigue una vinculación con la simplicidad, ya que si tenemos dos modelos que explican igualmente bien los datos, la elección del más simple se justifica ya que es en principio más testable. Por ejemplo, si tenemos un par de puntos que pueden ser descritos por una ecuación de una recta, por una cónica, etc. la elección de la recta se justifica ya que para falsarla necesitamos de un tercer punto, sin embargo, si elegimos otra función, el número de puntos necesarios se incrementa proporcionalmente.

Una última precisión importante del modelo popperiano se refiere al contenido empírico de  $b$ , que es equivalente a cero. Lo anterior es así, nos dice Popper, por el carácter fundamentalmente convencional de la ciencia, es decir, cuando Popper rechaza el famoso Trilema de Fries –que afirma que la base de la ciencia debe ser un apriorismo kantiano, un regreso al infinito o un psicologuismo que acepté la observación desnuda como justificación de los enunciados de observación–, postula entonces que la base de toda discusión científica se celebrara sobre bases convencionales que por el momento reconocemos como “verdaderas”.

De vuelta a la sistemática, en el caso de la MP,  $h$  se define como una topología dada,  $b$  como el conocimiento de fondo que se tiene, por ejemplo la noción de descendencia con modificación que la teoría de la evolución afirma, y  $e$  se toma como el contenido observacional expresado en la matriz de OTUs vs. caracteres. Sobre el aspecto de la universalidad hay un menor acuerdo pues Nelson y Platnick afirman que habrían un enunciado universal en el cual se dijera que para todo conjunto de datos describable bajo

una cierta matriz  $m$ , será verdad que un cladograma  $c$  será el mejor resumen de la distribución de los estados de carácter de  $m$ , nótese que esta formulación propia del Cladismo de patrón los cladogramas no tiene un carácter histórico intrínseco (Hull, 1988).

Sin embargo, en el aspecto de la adhocidad hay un mayor acuerdo, pues la matriz original postula a los estados de carácter que se describen con una misma etiqueta –valor– como hipótesis de homología primaria, las cuales, una vez obtenida una topología, son evaluadas por un criterio de congruencia, resultando en hipótesis de homología secundaria si y sólo si son congruentes con el cladograma obtenido –lo anterior es una implementación del criterio de iluminación recíproca como criterio de testabilidad–, relegando al resto de las hipótesis, las homoplasias, como hipótesis que se postulan *ad hoc* para dar cuenta de su incongruencia con el cladograma.

Dicho lo anterior no debe resultar muy difícil reconocer que el cladograma más parsimonioso dado una matriz es el que postula el menor número de hipótesis ad hoc y es por tanto el que posee un mayor contenido empírico corroborado bajo los estándares popperianos. Como corolario lo anterior se traduce en que ciertos cladistas como Kluge afirman estar libres del problema humeano, mientras que la ML no lo estaría.

Otro aspecto que vale la pena mencionar sobre las bases filosóficas del Cladismo se relaciona con la navaja de Ockham en sí misma. Ockham, Newton y una serie de científicos defendieron el criterio de simplicidad con argumentos ontológicos que tenían que ver más con teología. El eje del argumento giraba en torno a que la perfección de Dios era tal que le era posible hacer lo más con lo menos, es decir, atribuían a Dios como diseñador del cosmos un principio de economía (Sober, 1988).

Sin embargo, claramente esta justificación resultaría absurda para la sistemática moderna, igualmente absurda resultaría la justificación por puros motivos estéticos, los cuales ciertamente dependen únicamente del sujeto. Así que, qué significa escoger la hipótesis más parsimoniosa.

Algunas interpretaciones tradicionales consideran que lo anterior equivale a predicar una de las siguientes tesis: 1) las homoplasias son raras, 2) la tasa de evolución es homogénea entre todos los linajes, 3) que los procesos que subyacen al patrón son simples, 4) los cambios de estado de carácter son raros, 5) la especiación es siempre dicotómica o 6) la evolución es simple (Sober, 1988).

Los cladistas han respondido a todas y cada una de estas críticas, veamos. Sobre la primera se puede decir que el cladograma no impone un límite máximo al número de homoplasias, sólo un límite mínimo, esto es así por el fenómeno de la homoplasia convergente –la homoplasia cuya distribución es exactamente coincidente con la de la homología– de tal suerte que no se asume que la homoplasia es rara. Sobre el segundo aspecto se enfatiza que un requisito suficiente para el funcionamiento de la máxima parsimonia es la homogeneidad de tasas de evolución pero esto no es de ninguna forma un requisito necesario, diversos escenarios con tasas heterogéneas han mostrado en simulaciones que la MP puede reconstruir fielmente los árboles originales.

En el tercer punto nos encontramos con un argumento que cuestiona la legitimidad misma de la distinción entre patrón y proceso, una respuesta puntual es complicada pero en términos generales los cladistas de patrón responderían con un tono empirista y antirrealista de tal forma que no interpretaría el cladograma como un árbol, lo cual evade un compromiso ontológico, en otro sentido, el Cladismo más tradicional afirmarían que la complejidad del proceso que subyace no condiciona de ninguna forma el patrón a obtenerse, es decir, si un proceso de especiación se da por procesos de vicarianza, de dispersión, de cuellos de botella como el efecto fundador, etc, esto no condiciona que se obtenga un patrón dicotómico, tricotómico o politómico, por contrapositiva, afirmar un patrón dicotómico no nos compromete con procesos simples.

Sobre los cambios de estado de carácter se responde con una analogía con la respuesta a uno. A la crítica cinco se responde afirmando que la dicotomía es meramente epistemológica, y obedece a que las dicotomías son, como ya se ha dicho, el mejor resumen de la distribución de estados de carácter lo cual se representa con el árbol más resuelto. Asimismo, la raigambre popperiana del Cladismo es un precedente pues Popper mismo consideraba que el problema del realismo era esencialmente metafísico y sustituyó cualquier aseveración metafísica por una regla metodológica que afirma que los científicos habrán de comportarse como si el mundo existiera.

El último punto, escuchado más a menudo, normalmente se reduce a uno de los anteriores pero si esto no fuera el caso, tendría que argumentarse en qué sentido se dice que la evolución es simple.

### 3.3.b Una defensa popperiana de la máxima verosimilitud:

Kevin de Queiroz realizó recientemente una crítica severa en contra de la MP, en especial a la defensa popperiana que Kluge ha venido sosteniendo. Su argumento requiere que retomemos la fórmula general de la corroboración popperiana. Como habíamos visto Popper propuso la siguiente caracterización matemática de la corroboración:

$$C(h/eb) = [p(e/hb) - p(e/b)] / [p(e/hb) + p(e/b) - p(eh/b)]$$

De Queiroz, al igual que Kluge omiten el denominador como factor importante, y en esto reconocen que el mismo Popper lo consideraba sólo un valor de normalización. Es en el numerador donde encontramos la divergencia entre Kluge y De Queiroz, pues Kluge afirma que la MP puede dar cuenta de la corroboración sin necesidad de calcular las probabilidades indicadas en el numerador, esto ocurre porque precisamente es el árbol más parsimonioso el que menos adhocidad presenta en su contenido, pero también porque se considera que cada hipótesis primaria de homología, vía el principio de iluminación recíproca, es un posible falsador, y de hecho al postularse como homoplásicos los caracteres incongruentes, hemos falsado en cierto grado a nuestra topología, pero, la topología más parsimoniosa será siempre la más corroborada pues es la que poseerá menor cantidad de falsadores.

Nótese que en MP se impone en realidad un límite mínimo al número de falsadores posibles, es decir si hay diez homoplasias habrá aquí al menos diez falsadores, pero si resultase ser que una de nuestras homologías es en realidad un caso de homoplasia convergente, entonces tendríamos once falsadores. Farris argumentaba que esto no era un problema toda vez que para cualquier otra topología, el descubrir esto habría de añadir otro falsador a todas. Sin embargo, Sober (1988) ha mostrado que esto es equivoco pues este falsador bien podría ser un caso de corroboración para otra topología que le proponía como homología de tal forma que sería esta última, y no la primera, nuestra hipótesis más corroborada.

En lo anterior existe sin embargo una tensión, el mismo Popper señaló que su fórmula requiere de un cálculo directo de las probabilidades, ya sea interpretándolas en un

sentido lógico o propensionista. La MP es incapaz de calcular estos valores pues carece de un modelo para probabilificar los datos, modelo que Popper considera imprescindible para aquellas hipótesis que no probabilifican ellas mismas los datos, un ejemplo de éstas son claramente las topologías. Esta crítica puede complementarse con la siguiente, la MP confunde corroborabilidad con corroboración toda vez que es la primera la que Popper equipara con simplicidad, no así segunda, de tal forma que el árbol más parsimonioso es el más corroborable no el más corroborado, la apelación al criterio de iluminación recíproca pasa por alto que Popper sostenía un criterio de verdad por correspondencia no una verdad coherentista.

En cambio, la ML puede probabilificar los datos directamente vía el modelo de evolución, y escoger el árbol más corroborado, esto ocurre porque el numerador puede analizarse de la siguiente forma:

Primer término:  $p(e/hb)$ , si analizamos la fórmula habremos de notar que es básicamente idéntica a una fórmula de verosimilitud, difiriendo únicamente en el conocimiento de fondo que aquí se incorpora. Sin embargo, el propósito de la resta es justamente dar cuenta de el grado de apoyo que la hipótesis y sólo la hipótesis transfiere a la evidencia, lo cual se ve justamente reflejado en la verosimilitud. Además, Popper incorpora a  $b$  pues está conciente de la Tesis Duhem-Quine, es decir, está conciente de la imposibilidad de evaluar una hipótesis en aislado, pues, como Duhem y Quine afirman, y Popper reconoce, una hipótesis aislada carecería completamente de consecuencias empíricas. La Verosimilitud reconoce esto último al indicar que una hipótesis requiere de un modelo que la probabilifique y que funciona como conocimiento de fondo no problemático mientras se selecciona un árbol. Así, la fórmula de la ML prácticamente expresa el valor relevante de la ecuación de Popper, veamos porqué.

Segundo término:  $p(e/b)$ , la probabilidad de la evidencia dado el conocimiento de fondo es en este caso la probabilidad de la distribución de los estados de carácter dado el conocimiento de, por ejemplo, la teoría de la evolución pero sin incluir detalles de organogénesis, desarrollo, etc, que son la base para la identificación de caracteres y que de cierta forma, vía la tesis del contenido conceptual de la observación, constituyen a los caracteres qua caracteres, i.e. dan el criterio por medio del cual se toman como caracteres. Este término es prácticamente cero según DeQueiroz pues la teoría de la evolución en

general no favorece ningún arreglo o combinación de posibles caracteres y sus estados, es una mera contingencia histórica que éstos y no otros organismos estén poblando la Tierra.

Así pues, la ML es capaz de hacer lo que la MP pretendía, escoger en efecto al árbol tentativamente más corroborado.

### *3.3.c Argumentos en Contrados:*

Las últimas dos subsecciones muestran que un estándar compartido, la corroboración popperiana, se interpreta de forma diferente de tal manera que las virtudes simplicidad o verosimilitud son favorecidas o rechazadas, permitiendo o no que se les use como criterios de aceptabilidad epistémica. Sin embargo la historia no estará completa sino atendemos a los contraargumentos de porqué una u otra virtud es relevante.

Los defensores de la verosimilitud han afirmado que toda reconstrucción evolutiva supone un modelo (Siddall y Kluge, 1997), en ese sentido han atacado a los cladistas por usar, con la primera versión de la MP, un algoritmo simplista y poco realista, y en la segunda versión de la MP, por usar un modelo que supone una evolución parsimoniosa (véase Apéndice B). La base filosófica de este argumento es el holismo Duhem-Quine y la infradeterminación de las teorías por la evidencia, haciendo que sólo sea posible evaluar a los árboles –entendidos como hipótesis aisladas y universales– uniéndoles a modelos que se toman como hipótesis compuestas que reflejan condiciones iniciales para entonces poder hacer evaluaciones empíricas (Goloboff, 2003).

La respuesta cladista radica en la distinción entre conocimiento determinístico y conocimiento no determinístico (la *b* de la ecuación de Popper), afirman que los modelos evolutivos de la ML son determinísticos y que “fuerzan” los datos pero que además pecan, los más simples, de irreales –al suponer tasas constantes en el tiempo y en la diversidad biológica–, y los más complejos, de ser altamente circulares, al estimar la tasa de variación usando el árbol y estimando la topología correcta del árbol usando las distancias producto de las tasas de variación que han estimado. Por su parte afirman que las asunciones de MP son todas conocimiento no problemático y por ende no determinan ninguna topología.

Sólo reconocen como falla la imposibilidad de dar árboles reticulados (Siddall y Kluge, 1997), imposibilidad que no es conocimiento de fondo no problemático sino

totalmente determinista sobre ciertas prohibiciones generales pero no sobre topologías particulares. Su asunción de la simplicidad como criterio de evaluación es tomada como conocimiento no problemático porque al afectar de forma global no determina una topología particular (Siddall y Kluge, 1997); los defensores de la verosimilitud han afirmado que esto es filosofía “mumbo-jumbo” carente de todo sentido, que la presunción conduce a afirmar que la homoplasia es rara, y que minimiza los cambios o simplemente es incapaz de detectar cambios silenciosos –aquellos cambios en el DNA que no se traducen en cambios en la estructura de una proteína–.

Los cladistas afirman que esto es una falacia que confunde la ausencia de prueba con prueba de ausencia, que habría que mostrar la existencia real de estas mutaciones silenciosas como problema para la MP (Siddall y Kluge, 1997). Y que además la ML sólo funciona con caracteres moleculares discretos como las bases en las cuales puede formularse un modelo explícito, a diferencia de la MP que incorpora morfología.

Dos últimos argumentos que exponen los cladistas en defensa de la MP es que un método de ML al permitírsele un modelo de cambio independiente para cada carácter en cada rama del árbol termina funcionando como un modelo de MP, pues el árbol más parsimonioso es el adecuado (Goloboff, 2003). Además, argumentan que los indicadores de robustez señalados por los defensores de la verosimilitud son indicadores, como cualquier indicador basado en frecuencia, que hablan de una confianza “In the long run” o a la larga, y no casuística, en las cuales lo más probable puede no ser de hecho lo que ocurrió (Siddall y Kluge, 1997).

Desafortunadamente las réplicas no se hicieron esperar ya que concebir a la parsimonia como elemento no problemático es erróneo, así también concebir que los indicadores frecuentistas sólo sirven a la larga es concebirles mal.

En cuanto a la concepción de la simplicidad como elemento no problemático hay que precisar la opinión del mismo Popper (1962), él afirmaba que ésta era deseable pues hacía la Falsabilidad de las hipótesis una tarea mucho más eficiente o más fácil de implementar, sin embargo esto no es lo que se hace en la MP, en este algoritmo la simplicidad no es una propiedad que facilite una evaluación al compararse la hipótesis con los “hechos observados” y esto es así porque las hipótesis evolutivas son, como indicaba Duhem para las hipótesis físicas, algo que no puede llevarse a una tabula rasa, algo que

permea a la observación misma. Así, la estrategia del cladista es modificar la metodología popperiana para incluir una teoría coherentista de la justificación, como ha sido señalado por Rieppel en su (2005a).

Así la simplicidad es el criterio en la MP y para que cumpliera con los requisitos impuestos por Popper deberían estar disponibles independientemente de la Teoría, en este caso el árbol en su forma más simple, las implicaciones formuladas en los enunciados observacionales, o lo que es lo mismo, poder ver de forma separada a la hipótesis y cómo es la relación entre los taxones o la ruta de evolución de un carácter. Justo esta segunda consideración no es posible haciendo que el método cladista, aunque hipotético deductivo, no sea el método popperiano.

Entonces, si la simplicidad no es un instrumento para facilitar la contrastación, ¿qué es?, parece ser el criterio que contrasta, pero cómo podría ser esto sin suponer que la evolución sigue la ruta más simple, y si así fuese, la ruta más simple a qué nivel: molecular, celular, individual, poblacional, comunitario, o cuál otro. Por tanto, a mi parecer la parsimonia si es un modelo de evolución.

### **3.4 Conclusión Final: Hubo un Desacuerdo Racional.**

*Sobre los desacuerdos:* Podría objetársele a mi análisis el que yo no he mostrado en que forma es la violación del punto tres de Longino y no otra violación la que ha desencadenado el desacuerdo. Con relación al punto uno, la existencia de la crítica, me parece innecesario argumentar su existencia ya que ésta ha sido mostrada a lo largo de todo este capítulo, con relación al punto dos, la recepción, crítica y cambio de actitud, también considero que al menos en forma indirecta se puede ver cómo se articularon diversas respuestas en la literatura aunque sería interesante añadir datos de otra índole, por ejemplo sociológica, para ver el grado en el cual este criterio en efecto se ha cumplido. Con respecto al punto cuatro, si bien a partir del libro de Hull (1988) ha quedado la impresión de que los sistématas son unos gánsters, en especial James Farris, ello al menos no ha impedido la publicación de críticas y respuestas a las críticas, lo cual habla de un mínimo de paridad intelectual atemperada entre los disputantes. Ello no implica que este análisis no pudiera

enriquecerse en forma tal que elementos históricos y sociológicos permitieran un análisis más detallado del desacuerdo.

Ahora bien, como ya se dijo anteriormente, la noción de justificación aquí manejada la concibe como un fenómeno esencialmente contextual, es decir se considera justificado algo cuando, en el contexto en el cual se le propone, se puede defender tal contenido informacional de todas las objeciones formuladas al interior de ese contexto. En este sentido mi afirmación de que hay un desacuerdo sería meramente descriptiva ya que no se involucraría con los procesos propios de la comunidad que justifica o trata de justificar sus propios estándares. Entendido así esta Tesis podría enfocarse a una discusión que se cerró en el siglo XXI cuando Rieppel mostró que las justificaciones tradicionales de ambas metodologías eran igualmente insatisfactorias.

*Sobre los valores en la sistemática filogenética:* Esta tesis ha mostrado como los valores se percolan en los modelos de patrón, ya que su aceptación –del modelo– implica un compromiso con una virtud, haciendo que la creencia naïve de algunos taxónomos que sostienen una correspondencia literal entre cladogramas y árbol de la vida deba postularse con más cautela. Para afirmar ello basta con atender a las nociones que esta tesis ha defendido sobre la forma en la cual se construyen los modelos, si se recuerda la noción misma de modelo de identidad taxonómica, incluso en ese momento tan temprano de la práctica sistemática, se afirmó que tales modelos imponían marcos de partición que constituían hasta cierto punto la identidad de los taxones analizados. Asimismo, la modelación que da lugar al modelo de patrón o la selección de un modelo evolutivo sobre otros, muestra que es justo por la existencia de ciertos estándares que puede afirmarse que un cladograma guarda cierta conformidad, o correspondencia, con el árbol de la vida, pero, ello hace que la relación modelo-mundo deba entenderse siempre como una relación modelo-mundo-estándares, no sólo en el proceso de aceptar un estilo sino en la misma relación de adecuación pretendida que se considera como fundamental en el proceso de modelación en esta disciplina.

Ahora, y como comentario final, quiero mencionar una reflexión que Longino realiza en torno a la epistemología cuando afirma en su (2000) que:

“1. La pluralidad de las representaciones en [la ciencia] puede ser una función de cómo el mundo es, o del equipamiento intelectual humano para entender al mundo, así como de los intereses con los cuales nos aproximamos a él. Nuestra epistemología no puede distinguir entre ellos...” (Longino, 2000; pp. 270-271)<sup>2</sup>.

Esta serie de puntos me invita a pensar que tal vez deberíamos renunciar a la pretensión de que algún día poseeremos LA representación verdadera del árbol de la vida, o que nos acercamos asintóticamente a ella, tal vez deberíamos reconsiderar la misma distinción patrón y proceso y concebir que esa distinción nos permite tratar a los problemas pero no necesariamente es una distinción constitutiva de la evolución, por ende, nada que devenga de ella puede tomarse como una representación última y completa.

---

<sup>2</sup> Todas las Traducciones de este texto son libres.



## Bibliografía:

- **Alfaro, Michael E., Stefan Zoller y François Lutzoni** (2003); “Bayes or Bootstrap? A simulation Study Comparing the Performance of Bayesian Markov Chain Monte Carlo Sampling and Bootstrapping in Assessing Phylogenetic Confidence” en *Molecular Biology and Evolution* 20(2), pp. 255-266.
- **Aliseda, Atocha** (2000); “Lógica y Razonamiento: El Caso de la Lógica Abductiva”.
- **Aliseda, Atocha** (2003); “Mathematical Reasoning vs. Abductive Reasoning: A structural Approach” en *Synthese* vol. 134.
- **Barracough Timothy G. y Sean Nee** (2001); “Phylogenetics and speciation” en *TRENDS in Ecology & Evolution*, Vol. 16, No. 7.
- **Beatty, John** (1982); “Classes and Cladists” en *Systematic Zoology*, Vol. 31, No. 1.
- **Bergsten, Johannes** (2005); “A review of Long Branch Attraction” en *Cladistics* Vol. 21.
- **Boyd, Richard** (1999); “Homeostasis, Species, and Higher Taxa” en *Species. New Interdisciplinary Essays*, R.A. Wilson (ed.), The MIT Press, EUA.
- **Brower, Andrew V. Z.** (2000); “Evolution is not a necessary assumption of Cladistics” en *Cladistics* Vol. 16.
- **Cartwright, Nancy** (1983); “How the laws of physics lie”, Clarendon Press, RU.
- **Cartwright, Nancy y Andrew Hamilton** (); “Philosophy of Science: Laws”.
- **De Queiroz Kevin y Steven Poe** (2001); “Philosophy and Phylogenetic Inference: A Comparison of Likelihood and Parsimony Methods in the Context of Karl Popper’s Writings on Corroboration” en *Systematic Biology*, Vol. 50, No. 3.
- Diccionario de la Real Academia de la Lengua, disponible en Internet en <http://buscon.rae.es/diccionario/drae.htm>
- **Duhem, Pierre** (1906); “La Teoría Física y el experimento”, traducción de Chantal Melis, texto inédito.
- **Dummett, M.** (1973); “The Justification of Deduction” en *Truth and Other Enigmas* (1978), Dummett M., Duckworth, RU.
- **Echeverría, Javier** (2006); “Dos Dogmas del racionalismo (y una propuesta alternativa)” (sin publicar).
- Enciclopedia Wikipedia disponible en: [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
- **Feyerabend, Paul K.** (1970); “Consuelos para el especialista” en I. Lakatos y A. Musgrave (comp.) *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Ediciones Grijalbo, España, 1975.
- **Futuyma, Douglas J.** (2005); “Evolution”, Ed. Sinauer, EUA.
- **Giere, Ronald**, (1999); “Science without Laws”, Chicago University Press, E.U.A.
- **Goloboff, Pablo A.** (2003); “Parsimony, likelihood and simplicity” en *Cladistics* 19, pp. 91-103.
- **Griesemer, James** (1990); “Modeling in the Museum: On the roll of remnant models in the work of Joseph Grinnell” en *Biology and Philosophy*, vol. 5, pp. 3-36.
- **Griffiths, Paul E.** (1999); “Squaring the Circle: Natural Kinds with Historical Essences” en *Species. New Interdisciplinary Essays*, R.A. Wilson (ed.), The MIT Press, EUA.
- **Helfenbein, Kevin G. Y Rob DeSalle** (2005); “Falsifications and corroborations: Karl Popper’s influence on systematics” en *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Vol. 35.
- **Herbert Simon** (1997); “Models of bounded rationality”, the MIT Press, RU.

- **Huelsenbeck, John P., Fredrik Ronquist, Rasmus Nielsen y Jonathan P. Bollback** (2001); “*Bayesian Inference of Phylogeny and its impact on Evolutionary Biology*” en *Science* 294, pp. 2310-2314.
- **Hunter, Geoffrey** (1971); “Metalogic : An introduction to the metatheory of standard first order logic”, University of California Press, EUA.
- **Kluge, Arnold G.** (1999); “The Science of Phylogenetic Systematics: Explanation, Prediction, and Test” en *Cladistics* Vol. 15.
- **Kluge, Arnold G.** (2001); “Parsimony with and without Scientific Justification” en *Cladistics*, Vol. 17.
- **Kuhn, Thomas S.** (1969); “La estructura de las Revoluciones científicas (Postdata)”, FCE, México.
- **Kuhn, Thomas S.** (1971); “Las revoluciones como cambios de la concepción del mundo” en Pérez Ransanz A. R. y Olivé León (comps.) *Filosofía de la Ciencia: Teoría y observación*, coedición. Siglo XXI-UNAM, México 1989. Este artículo aparece como capítulo X en *La estructura de las revoluciones científicas* (1971), FCE, México.
- **Kuhn, Thomas S.** (1977); “Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice” en *The Essential Tension*, The University of Chicago Press, EUA.
- **Kuhn, Thomas S.** (1977b); “Second Thoughts on Paradigms” en *The Essential Tension*, The University of Chicago Press, EUA.
- **Kuhn, Thomas S.** (1977c); “Metaphor in Science” en *The Road Since Structure* (2000), Conant, James y Haugeland, John (eds.), The University of Chicago Press, EUA
- **Kuhn, Thomas S.** (1983a); “Comensurabilidad, comparabilidad y compatibilidad” en *¿Qué son las Revoluciones Científicas? y otros ensayos*, Paidós, España, 1989.
- **Kuhn, Thomas S.** (1983b); “Racionalidad y elección de Teorías” en *¿Qué son las Revoluciones Científicas? y otros ensayos*, Paidós, España, 1989.
- **Kuhn, Thomas S.** (1987); “¿Qué son las revoluciones científicas” en *¿Qué son las Revoluciones Científicas? y otros ensayos*, Paidós, España, 1989.
- **Kuhn, Thomas S.** (1991); “The Road Since Structure” en *The Road Since Structure* (2000), Conant, James y Haugeland, John (eds.), The University of Chicago Press, EUA
- **Laporte, Joseph** (2005); “Is there a single objective, evolutionary tree of life?” en *The Journal of Philosophy*.
- **Laudan, Larry y J. Leplin** (1991); “Empirical Adequacy and Underdetermination” en *The Journal of Philosophy*, Vol. 88, No.9, pp. 449-472.
- **Lewis, Paul O.** (2001); “Phylogenetic systematics turns over a new leaf” en *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 16, No. 1.
- **Longino, E. Helen** (1990); “Science as Social Knowledge: values and objectivity in scientific inquiry”, Princeton University Press, EUA.
- **Longino, E. Helen** (1993); “Subjects, Power and Knowledge: Descriptions and Prescriptions in Feminist Philosophies of Science” en *Feminist Epistemologies*, Alcoff L. y Potter E. (eds.), Routledge, RU.
- **Longino, E. Helen** (1995); “Gender, Politics and the Theoretical Virtues” en *Synthese* 104, pp. 383-397.
- **Longino, E. Helen** (2000); “Toward an Epistemology for Biological Pluralism” en *Biology and Epistemology*, Richard Creath and Jane Maienschein (comps.), Cambridge University Press, EUA, pp. 261-286.

- **Longino, E. Helen** (2002); “The Fate of Knowledge”, Princeton University Press, EUA.
- **Nagel, Ernst** (1961); “The structure of Science”, Routledge, EUA.
- **Ochoterena, Helga** (2005); Material de apoyo para el curso de Sistemática I (Sistemática Filogenética), Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.
- **Okasha, Samir** (1997); “Laudan and Leplin on Empirical Equivalence” en *British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 48, pp. 251-256.
- **Okasha, Samir** (2002); “Underdetermination, Holism and The theory/data distinction” en *The Philosophical Quarterly*, Vol. 52, No. 208, pp. 303-319.
- **Popper, Karl** (1962); “La Lógica de la Investigación Científica”, Ed. Tecnos, Madrid.
- **Rieppel, Olivier** (2003); “Popper and Systematics” en *Systematic Biology* Vol. 52, No. 2.
- **Rieppel, Olivier** (2005a); “A skeptical look at justification (Letter to the Editor)” en *Cladistics*, Vol. 21.
- **Rieppel, Olivier** (2005b); “Monophyly, paraphyly, and natural kinds” en *Biology and Philosophy*, Vol. 20.
- **Rieppel, Olivier** (2005c); “The Philosophy of Total Evidence and Its Relevance For Phylogenetic Inference” en *Papéis Avulsos de Zoologia*, Vol. 45, No. 8.
- **Siddall, Mark E.** (2001); “Philosophy and Phylogenetic Inference: A comparison of Likelihood and Parsimony Methods in the Context of Karl Popper’s Writings on Corroboration (Letter to the Editor)” en *Cladistics* Vol. 17.
- **Siddall, Mark E. y Arnold G. Kluge** (1997); “*Probabilism and Phylogenetic Inference*” en *Cladistics*, Vol. 13.
- **Sober, Elliot** (1988); “Reconstructing the Past: Parsimony, Evolution and Inference”, Ed. , EUA.
- **Sober, Elliot** (200X); “Parsimony” en <http://philosophy.wisc.edu/sober/>
- **Teofrasto** (1988); “Historia de las Plantas”, Ed. Biblioteca clásicos Gredos, España.
- **Van Fraassen, Bas C.** (1980); “La imagen científica”, Instituto de Investigaciones Filosóficas, México.
- **Van Fraassen, Bas C.** (1989); “Laws and Symmetry”, Oxford University Press, RU.
- **Vernon, Keith** (2001); “A truly taxonomic revolution? Numerical Taxonomy 1957-1970” en *Studies of History and Philosophy of Biology and Biomedical Sciences*, Vol. 32, No. 2.
- **Wimsatt W. C.** (1980); “Reductionistic Research Strategies and Their Biases in the Units of Selection Controversy” en T. Nickles (ed.) *Scientific Discoveries: Case Studies*, Países Bajos, Pp. 213-259.
- **Wimsatt, W. C.** (1986); “False Models as Means to Truer Theories” en *Neutral Models in Biology*, Nitecki and Hoffman (comp.), Oxford University Press, RU.
- **Winther, Rasmus** (2003); “Formal and Compositional Biology as two kinds of Biological Theorizing”, Tesis Doctoral presentada en la Universidad de Indiana, EUA.
- **Winther, Rasmus** (2006); “Mechanisms, History, and Part-based Explanations (draft)”, presentado en el Primer Encuentro IIF’s-U.Penn; México.

## APÉNDICE A

### Glosario de Términos Taxonómicos.

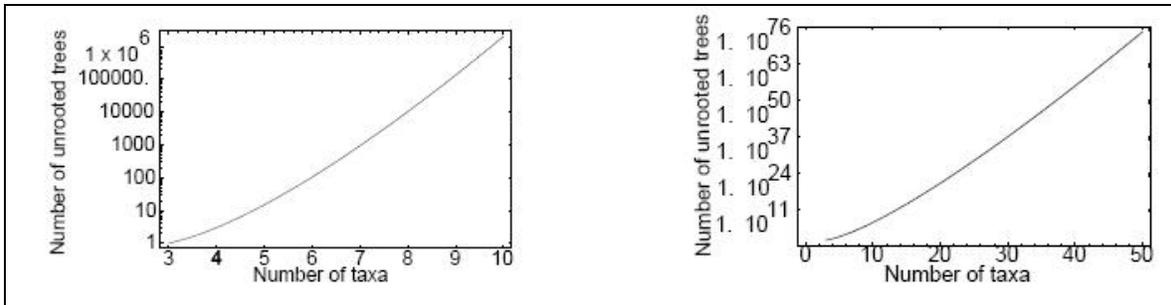
- *Análogo*: Semejanza estructural o funcional que difiere en cuanto a origen evolutivo (Thomson, 2003).
- *Árboles de genes vs. Árboles de especies*: los árboles de genes son aquellos cladogramas que se realizan con un único gen entre diversos táxones, mientras que los árboles de especies normalmente se realizan a partir de una batería de caracteres de diversa índole. Los árboles de genes coinciden con los árboles de especies sólo cuando los primeros son producto de filogenias de genes ortólogos, es decir, aquellos genes que no han sufrido duplicación en el genoma en el que se encuentran, una vez que un gen se ha duplicado los genes se consideran parálogos entre sí y pueden seguir procesos evolutivos diferentes unos de los otros. Los genes xenólogos son aquellos que se producen por un transporte horizontal entre organismos (Fitch, 2000).
- *Atracción de ramas largas*: Problema de la (LBA). La LBA ocurre cuando, por ejemplo, tenemos dos cadenas de DNA en las cuales la heterogeneidad de la tasa de sustitución entre dos táxones –entre otras posibles causas como, por ejemplo, la lejanía filogenética, altas tasas de mutación, falta de muestreo de táxones intermedios entre dos táxones muy lejanos, etc–, conduce al problema de la saturación, el cual consiste en que no es posible reconocer si dos estados de carácter aparentemente idénticos, presentes en dos OTUs, son producto de la homología o de la homoplasia.
- *Abstracción de ramas largas*: contraparte del LBA, básicamente implica que el algoritmo infiere la existencia de ramas largas cuando esto no es el caso.
- *Carácter*: un carácter es cualquier rasgo fenotípico, genotípico o conductual que presenta variación dado un cierto nivel taxonómico. Los estados de variación son denominados estados de carácter. Los caracteres se clasifican de muchas formas pero en general se distingue entre caracteres cualitativos vs. cuantitativos. Los cualitativos se distinguen entre biestado o multiestado; los multiestado pudiendo ser aditivos cuando la posibilidad de cambiar de un estado de carácter a otro sigue una cadena de transformación, es decir, un estado no puede cambiar a cualquier otro posible estado sino sólo a un cierto subconjunto. Los cuantitativos en discretos o continuos. Asimismo se distingue entre caracteres simples, las bases mismas del genoma, o caracteres complejos, que son cualquier otro (Hull, 1988).
- *Clado*: grupo de organismos que han evolucionado a partir de un ancestro común, este grupo incluye al ancestro común y a todos sus descendientes. Sinónimo de grupo monofilético (Thomson, 2003).
- *Cladograma (s.l.)* Nelson y Platnick distinguieron entre *cladogramas (s.s.)*, que eran dendogramas en los cuales el patrón no pretendía representar ninguna hipótesis evolutiva sino ser únicamente un resumen de la distribución de caracteres entre los táxones implicados. Existen asimismo los *árboles*, que deben ser interpretados como diagramas en las cuales los nodos representan especies ancestrales (Sober, 1988), y los *escenarios*, en los cuales se integra el conocimiento de los procesos, y son así la base para la investigación sobre los procesos de coevolución, adaptación en un sentido histórico, etc. Cabe mencionar que el sentido estricto de cladograma mencionado por Nelson y Platnick se corresponde con una subdivisión del Cladismo que se denominó *Cladismo de patrón* por sus postulados claramente empiristas y escépticos ante la posibilidad de inferir relaciones de ancestría-descendencia o incluso, en los casos más extremos, relaciones de ancestría común. El resto del Cladismo interpretaba a los cladogramas como diagramas que mostraban hipótesis de relaciones de ancestría común e interpretaban los nodos como ancestros hipotéticos. En este trabajo tomaré una nomenclatura ecléctica, distinguiendo primero entre árboles, escenarios y dendogramas, subdividiendo a los últimos en fenogramas, cladogramas y filogramas. Los cladogramas serán entendidos como hipótesis de relaciones de ancestría común salvo cuando se indique lo contrario, obtenidos por

cualquiera de los tres métodos modernos (Hull, 1988). *Cladograma*: Presentación gráfica de las relaciones filogenéticas (Thomson, 2003).

- *Dendograma*: Mayr acuña el concepto de dendograma para referirse a cualquier patrón que semeje a un árbol y que pretende hablar de patrones. Se distingue entre *filogramas*, basados en el autoritarismo, *fenogramas*, basados en los criterios de similitud, y *cladogramas* (s.s.), basados en criterios de parsimonia y más recientemente versomilitud y probabilidades (Hull, 1988).
- *Evolución convergente (convergencia)*: La evolución independiente de aspectos similares en dos o más grupos. Por ejemplo adaptaciones similares que surgen de forma independiente cuando dos especies habitan en el mismo ambiente, poseen una dieta semejante o guardan relaciones tróficas semejantes (Thomson, 2003).
- *Filogenia*: “El árbol de la vida”: relaciones arborescentes entre las especies que muestran que especies comparten ancestros comunes más recientes entre sí que con relación a otras especies (Thomson, 2003).
- *Grupo monofilético*: Un taxón es monofilético si un único ancestro dio origen a todas las especies en ese taxón y a ninguna otra contenida en otro taxón (Thomson, 2003). *Monofilia*: un concepto central de la sistemática postdarwiniana es su noción de naturalidad, la cual se refleja en la noción de monofilesis. Hoy en día la monofilesis se entiende como el atributo que se predica de un grupo de táxones los cuales derivan de un único ancestro común y son ellos todos sus descendientes. Existen tres grandes criterios diagnósticos: el *criterio del tallo*, *de la corona* y *de la autoapomorfía*. El criterio de la autoapomorfía establece como grupo monofilético a aquél que se identifica por un carácter compartido por todos y sólo por los táxones que en éste se incluyen. Los criterios de tallo y el de corona son extensionales en cambio y se establecen al nombrar una especie que funcionará como límite a un intervalo abierto o cerrado respectivamente. Es importante mencionar que este criterio es de raigambre hennigiana al ser retrospectivo y prospectivo y estar basado en hipótesis de relación y no en categorías taxonómicas como fueron los casos de los conceptos de monofilesis acuñados Mayr y Simpson en los cuales un grupo era monofilético si derivaba de un grupo con su mismo o menor jerarquía taxonómica. Los grupos monofiléticos son llamados clados (e.g Clase Mammalia) (Hull, 1988).
- Como clases de contraste a la monofilesis están la *polifilesis* y la *parafilesis*, la primera se predica de un grupo en el cual los táxones contenidos no poseen ningún ancestro común que no sea ancestro común de otros táxones ajenos al grupo. Por otra parte la parafilesis se considera como una atributo de un grupo en el cual están contenidos un ancestro común y algunos pero no todos los descendientes del mismo. La distinción no es de ninguna forma inútil pues aunque ambas son claramente artificiales, la parafilia es considerada por muchos sistematistas como un criterio válido de agrupación que puede ser el resultado de presiones de selección comunes al grupo. Se considera que los grupos que se distinguen por ser parafiléticos son llamados *grados* (e.g. Reptilia) (Hull, 1988).
- *Grupos hermanos*: Dos grupos con el mismo ancestro común inmediato (Thomson, 2003).
- *Holomorfo*: el holomorfo es el conjunto de caracteres que se predicen de un organismo a través de toda su historia de vida. El *semaforonte* por su parte es el conjunto de caracteres que se predicen de un organismo en un cierto estado de su historia de vida.
- *Homología*: El concepto de homología se entiende hoy en día como la similitud compartida por varios táxones con motivo de una herencia ininterrumpida a partir de un ancestro. Cuando el ancestro es también el primero en presentar el carácter se le considera una *sinapomorfía*, si éste no es el caso y el ancestro común más reciente no es el primero en presentar el carácter sino que esto ocurrió en un ancestro lejano se habla entonces de una *plesiomorfía*. La *autoapomorfía* es el carácter que presenta un único taxón, es decir, no es compartida más que entre sus miembros. La sinapomorfía es básicamente relativa al nivel taxonómico del cual se predica y lo que en un nivel es sinapomórfico en otro es plesiomórfico. La homología no ha

sido siempre definida de esta forma y, por ejemplo, la escuela feneticista la definía únicamente como similitud considerando que toda otra definición era vacía, circular o inaplicable. En la escuela evolucionista una homología era lo que caracterizaba a los grupos monofiléticos, y los grupos monofiléticos eran identificados por medio de homologías, dependiendo de cada taxónomo el indicar qué caracteres se entenderían como homólogos, muchas veces sin dar ninguna razón de por medio. Más tardíamente se le definió como la similitud congruente y no conjuntiva (Patterson) lo cual se traducía en que un carácter era homólogo cuando, además de ser similar entre diferentes táxones, era congruente con otros caracteres que eran igualmente similares entre esos táxones, el criterio de la no conjunción obedece a la creencia de que dos estados de carácter no pueden estar presentes en un mismo organismo al mismo tiempo y ser homólogos (Hull, 1988). *Homólogo*: Mismo origen evolutivo. Puede sin embargo diferir actualmente en estructura y función (Thomson, 2003).

- *Homoplasia*: la homoplasia es definida por Kluge (1999) como la clase complemento de las homologías, es decir, son homoplásicos todos los caracteres que no son homólogos. En términos generales esto implica que son similitudes que no son producto de una herencia ininterrumpida entre el ancestro y sus descendientes. *Homoplasia*: Posesión por dos o más taxa de un estado de carácter idéntico o similar que no se ha derivado en ambas especies a partir de su ancestro común. La convergencia y la reversión son casos de homoplasia (Thomson, 2003).
- *Nodo*: Punto de ramificación en una topología, representa un punto de divergencia entre linajes (Thomson, 2003).
- *NP-completud*: Término que proviene de la *Teoría de la Complejidad Computacional*, la cual forma parte de la teoría de la computación que estudia los recursos requeridos durante el cálculo para resolver un problema. Los recursos comúnmente estudiados son el tiempo (número de pasos de ejecución de un algoritmo para resolver un problema) y el espacio (cantidad de memoria utilizada para resolver un problema). Los problemas que tienen una solución con orden de complejidad lineal son los problemas que se resuelven en un tiempo que se relaciona linealmente con su tamaño. En computación, cuando el tiempo de ejecución de un algoritmo (mediante el cual se obtiene una solución al problema) es menor que un cierto valor calculado a partir del número de variables implicadas (generalmente variables de entrada) usando una fórmula polinómica, se dice que dicho problema se puede resolver en un "tiempo polinómico". La complejidad en tiempo de un problema es el número de pasos que lleva resolver dicho problema, a partir del tamaño de la entrada utilizando el algoritmo más eficiente a disposición. Intuitivamente, si se toma una entrada de longitud  $n$  que puede resolverse en  $n^2$  pasos, se dice que ese problema tiene una complejidad en tiempo de  $n^2$ . Por supuesto, el número exacto de pasos depende de la máquina en la que se implementa, del lenguaje utilizado y de otros factores. Para no tener que hablar del costo exacto de un cálculo se utiliza la notación  $O$ . Cuando un problema tiene costo en tiempo  $O(n^2)$ , en una configuración de computador y lenguaje dado, este costo será el mismo en la mayoría de los computadores, de manera que esta notación generaliza la noción de coste independientemente del equipo utilizado. Básicamente los problemas NP-completos son aquellos que NO pueden resolverse en un tiempo polinómico lineal y por lo tanto se considera que requieren de un tiempo "infinito" para encontrar una solución exacta. Véase a continuación una figura calculada especialmente para la búsqueda de los árboles filogenéticos, nótese en ella que el tiempo de resolución aumenta exponencialmente haciendo del problema de encontrar el árbol más óptimo un problema NP-completo, ello implica que requeriría un tiempo infinito hallar este árbol. Ello ocurre porque el número de árboles que requieren ser evaluados aumenta en función de la siguiente función:  $[(2n-3)!] / [2^{n-2}(n-2)!]$  para árboles enraizados, y  $[(2n-5)!] / [2^{n-3}(n-3)!]$  para árboles no enraizados (Modificado de Wikipedia).



- *OTU's* (o *UTO's* en castellano) son las Unidades Taxonómicas Operativas que la escuela feneticista usaba para designar a los táxones, se les denominaba de esta forma para no comprometerse a priori con ninguna jerarquía taxonómica como base del método (Hull, 1988).
- *Relaciones Tocogenéticas vs. Filogenéticas*: Las relaciones entre los organismos pueden ser de dos tipos generales, les llamamos tocogenéticas cuando nos referimos a las relaciones entre organismos que comparten un pool genético común producto del entrecruzamiento (en poblaciones sexuales) o de la transferencia horizontal en bacterias con mecanismos de pseudosexualidad. Por otro lado las relaciones filogenéticas son aquellas de carácter histórico, se dan entre grupos de organismos que han desarrollado barreras de aislamiento reproductivo y normalmente reflejan una ancestría común.
- *Reversión*: Reparación de caracteres ancestrales que estuvieron ausentes en generaciones intermedias entre los organismos que poseen el carácter y el ancestro que lo poseyó (Thomson, 2003).
- *Sistema de clasificación jerárquica lineana*: sistema de clasificación desarrollado originalmente por Linneo que consiste en proporcionar un nombre para cada especie de planta y animal y los taxa que les contienen. Actualmente se reconocen las siguientes jerarquías: Reino, Phylum (o División), Clase, Orden, Familia, Género y Especie. Nótese que la clasificación jerárquica se usa sobretodo por conveniencia y hay una gran cantidad de variación entre grupos con relación a cuan relacionados deben estar los organismos contenidos en ellos para ser asignados a una jerarquía o a otra. Es decir una familia –u otra jerarquía– no representa un rango específico de variación genética o cercanía filogenética (Modificado de Thomson, 2003).
- *Taxón (taxa)*: cualquier grupo taxonómico con un nombre (Thomson, 2003). Los táxones son las jerarquías de la clasificación biológica. Las actuales categorías reconocidas en los tres códigos internacionales (de microbiología, botánica y zoología) son los Reinos, las divisiones o phylla, las clases, los órdenes, las familias, los géneros y las especies. Se reconocen así también subdivisiones supra en infraespecíficas. Las especies se describen binomialmente asignando el epíteto correspondiente al género y aunándole un epíteto de especie, en la botánica se añade al nombre de la especie la inicial del autor que le describió por primera vez (Hull, 1988).

### Bibliografía

- **FITCH, Walter** (2000); “Homology: a personal view of some of the problems” en TIG Vol. 16, No. 5
- **HULL, David** (1988); “Science as a Process”, EUA.
- **KLUGE, Arnold G.** (1999); “The Science of Phylogenetic Systematics: Explanation, Prediction, and Test”, Cladistics Vol. 15.
- **SOBER, ELLIOT** (1988); “Reconstructing the Past: Parsimony, Evolution and Inference”, Ed. , EUA.
- **THOMSON** (2003); en <http://bacteria.fciencias.unam.mx/Evolucion/Evo.html>
- <http://www.wikipedia.org>

## APENDICE B

### Metodologías en la Inferencia Filogenética:

El estudio de las relaciones filogenéticas puede emprenderse por medio de dos métodos generales. Los primeros en desarrollarse históricamente fueron los métodos de construcción de dendogramas. Posteriormente se desarrollaron métodos que no construían topologías sino que, a partir del conjunto de todas las topologías dicotómicas resueltas posibles, seleccionaban las más adecuadas, siguiendo criterios de optimización que, según la escuela, aumentaba el poder explicativo de la hipótesis seleccionada (Futuyma, 2005).

Ambos tipos de métodos pueden subdividirse en dos, los métodos basados en distancias y los métodos basados en la distribución de los caracteres. Los métodos de las distancias traducen las matrices de distribución de los estados de carácter en matrices de grado de similitud, y calculan posteriormente las distancias que entre los OTUs existan. Los métodos de las distribuciones de estados de carácter normalmente comparan los estados de carácter entre OTUs para inferir estados ancestrales. Una distinción adicional tiene que ver con el tipo de caracteres que normalmente son usados pues en los métodos de distancias se usan caracteres cualitativos y cuantitativos, mientras que en los métodos de distribución se prefieren los del primer tipo únicamente aunque no es raro encontrar caracteres cuantitativos expresados por medio de intervalos, sin embargo, la subjetividad con la cual los intervalos se construyen es un motivo por el cual normalmente se ve a estos caracteres con recelo en este tipo de métodos (Futuyma, 2005). Ejemplos del primer caso –métodos de construcción de árboles basados en distancias– son: los métodos propuestos por los feneticistas, el *neighbor joining* y el algoritmo de parsimonia de Wagner. Ejemplos del segundo caso –métodos de construcción de árboles basados en distribución de caracteres– son: los métodos hennigianos originales y los análisis de Clique. Ejemplos del tercer caso –métodos de optimización basados en distancias– son: los algoritmos de mínima evolución y de cuadrados menores. Ejemplos del cuarto –métodos de optimización basados en distribución de caracteres– son: la máxima parsimonia (MP), la máxima verosimilitud (ML) y los métodos Bayesianos (MB), estos últimos tres son los más usados e incluyen a nuestros casos de interés (Futuyma, 2005).

Sin embargo, antes de pasar a analizarles vale la pena mencionar porqué son los más usados. Los primeros dos tipos de algoritmos presentan una gran ventaja, dan soluciones en tiempos cortos, por tanto finitas, pero presentan el problema de la autoinconsistencia, es decir, si se aplican en repetidas ocasiones sobre un mismo conjunto de datos, regresaran árboles con topologías diferentes, muchas veces más cortas, muchas veces más largas, lo cual ciertamente vulnera la confiabilidad en estos métodos. Lo anterior ocurre porque el árbol se construye al incorporar sucesivamente a los OTUs de interés, pero una vez incorporado un OTU, la topología queda restringida a cierto subconjunto de hipótesis de todas las posibles, este subconjunto es aquél en el cual el OTU introducido está en la posición en la que se ha introducido. Los métodos del tercer y cuarto tipo se dividen en métodos exhaustivos y métodos heurísticos, los métodos exhaustivos son aquellos que revisan todo el espacio de árboles y escogen, según un criterio de optimalidad, el árbol más explicativo. Desafortunadamente el problema de la NP completud los hace inoperables cuando tenemos más de 7 u 8 táxones. Así pues, se recurre normalmente a métodos heurísticos que no nos garantizan, por obvias razones, el regresarnos el árbol más óptimo de todo el espacio posible, aunque normalmente nos reflejan árboles, dado cierto período y estrategia de búsqueda, sumamente óptimos y de manera autoconsistente.

De entre estos métodos, los del tercer tipo no son muy usados pues sus fundamentos ontológicos y epistemológicos han sido fuertemente criticados, por ejemplo, se les crítica a los métodos de mínima evolución el implicar que la evolución tiene tasas bajas de mutación, que las homoplasias son raras, etc.

### **a. Máxima Parsimonia (MP):**

El método de máxima parsimonia es en realidad una familia de métodos, todos los cuales tienen como criterio fundamental la noción de que un cladograma con el menor número de pasos es el más apoyado empíricamente. En esa escuela los pasos de los cladogramas representan cambios en los estados de carácter, cuando nos referimos a homologías, u orígenes independientes de estados de carácter, ya sea por convergencias, paralelismos o reversiones, cuando nos referimos a homoplasias. El método de máxima parsimonia tiene su origen en la obra de Hennig (1950, 1966) en la cual Hennig desarrolla una versión local de la navaja de Ockham como principio epistemológico para la construcción de clasificaciones. La obra consta de una serie de principios fundacionales entre los que destacan el principio de la iluminación recíproca que estipula lo siguiente: en la reconstrucción filogenética las distribuciones de un estado de carácter deben compararse con el resto de los caracteres de tal forma que la filogenia que se seleccione sea la más apoyada por la evidencia, lo cual podría enunciarse como la regla que afirma que la hipótesis de relación que se encuentre apoyada por la mayoría de los caracteres, o la primera minoría si no existe una mayoría, es la que debe elegirse.

Es importante hacer notar que Hennig definía a priori los estados ancestrales y los estados derivados, es decir, polarizaba a priori, siguiendo criterios como: 1) los caracteres presentes en el grupo externo se consideran primitivos, 2) los caracteres presentes en los fósiles se consideran como primitivos, 3) los caracteres que aparecen primero en la ontogenia son primitivos, es decir, aceptaba la ley de Hæeckel que afirma que la ontogenia recapitula la filogenia o 4) se seguía alguna noción biogeográfica que indicara antigüedad, por ejemplo, de acuerdo con Darwin las poblaciones periféricas poseerán los estados de carácter más primitivos (Ochoterena, 2005).

Métodos derivados de la argumentación Hennigiana son los métodos de Clique. También en este caso nos encontramos con métodos de construcción de árboles en los cuales la construcción de los árboles obedece una lógica de más inclusivo a menos inclusivo, es decir, las hipótesis que agrupan más táxones se toman como base para ir añadiendo las hipótesis menos inclusivas, las cuales van mejorando la resolución del árbol (Ochoterena, 2005).

Otro algoritmo de construcción de árboles es el método de Wagner, propuesto originalmente por Farris, este método se destaca por estar basado en distancias más que en la distribución de los estados de carácter como en los casos anteriores. En este algoritmo también es necesario polarizar a priori y de igual manera la raíz, es decir, la posición final del grupo externo, se decide a priori. Al igual que en el caso de los métodos anteriores éste presenta el sesgo que ya ha sido señalado para todo método de construcción, a saber, que una vez que un OTU se coloca en cierta posición en el árbol la topología final queda ya acotada y por tanto no hay garantía de obtener un mínimo global de pasos. Cabe mencionar que este método utiliza un algoritmo que incrementa la parsimonia de forma local, es decir, los OTUs se van agregando conforme a la menor distancia posible que presentaría para los posibles nodos que fungieran como adyacentes, lo anterior es una forma de replantear lo que ya se ha dicho pues muy comúnmente la parsimonia local de una topología no está relacionada con su parsimonia global (Ochoterena, 2005). Por estas razones los métodos de parsimonia usados hoy en día son básicamente heurísticos, es decir, comienzan con una topología construida por algún algoritmo, digamos Wagner, y posteriormente comienzan un proceso en el cual aleatoriamente se recortan ramas completas para posteriormente añadirlas en otra posición, acto seguido se mide la longitud global, número de pasos, y se escoge al árbol más parsimonioso. Métodos de exploración conocidos son: 1) NNI, intercambio con el vecino más cercano, algoritmo que modifica la topología muy localmente, 2) TBR, disección y reconexión de árbol, que modifica global y localmente a la topología, y 3) parsimonia de matraca, algoritmo que realiza búsquedas TBR y que además es capaz de vencer un fenómeno conocido como “islas” que resulta dada la existencia de máximos locales que pueden conducir a árboles más parsimoniosos desde los cuales no puede ya alcanzarse, sin aumentar la longitud del árbol, árboles aún más

parsimoniosos que bien pueden ser parte de otros máximos locales o del máximo global mismo (Ochoterena, 2005).

Este tipo de algoritmo representa un verdadero parte aguas en la metodología cladista porque no polariza ni enraíza a priori sino que construye una “red” la cual posteriormente se enraíza para finalmente calcular, por criterios que no mencionaremos aquí pero que tienen que ver con teoría básica de conjuntos, los estados ancestrales presentes en los nodos, con lo cual la polarización se convierte en el último paso del proceso de análisis para un árbol dado. Sin embargo, es raro encontrar trabajos publicados donde nos encontremos con estos árboles más parsimoniosos únicamente, normalmente se anexa a éstos a los llamados árboles de consenso que pueden ser de consenso estricto o de compromiso. Estos árboles se obtienen mediante el análisis comparativo de un cierto grupo de árboles más parsimoniosos y representa un resumen de todas las hipótesis que eran reflejadas en ellos. Así, cuando se representa en los árboles de consenso sólo a las secciones de la topología que fueron coincidentes para todos los árboles más parsimoniosos hablamos de árboles de consenso estricto, cuando, por el contrario, se representa la topología local más apoyada hablamos de árboles de compromiso. Es importante recalcar que en ambos casos nos enfrentamos ante un resumen de los árboles más parsimoniosos, por lo cual no podemos interpretarles como hipótesis de relación.

Los árboles de consenso se producen siguiendo un segundo conjunto de algoritmos, de entre los cuales destacan el Jackknife y el Bootstrap. En ambos casos la idea fundamental es reflejar el grado de apoyo que los datos ofrece a la topología, lo cual se evalúa al modificar aleatoriamente la matriz original, ya sea recortándola en el jackknife, o reemplazando secciones de la matriz por otras secciones de la misma en el bootstrap. La interpretación que se hace de los resultados obtenidos por estos algoritmos se interpreta inductivamente como una medida que refleja el grado de apoyo que la topología tendría si más datos se añadieran a la matriz original.

#### **b. Máxima Verosimilitud (ML):**

El algoritmo de máxima verosimilitud en sistemática es un criterio de optimalidad, es decir, no construye árboles sino que evalúa un árbol seleccionado por medio de una búsqueda heurística, reteniendo los árboles con los valores de más alta verosimilitud. Ésta es sin duda una de las similitudes más grandes con la MP, a la que puede agregársele que ambos métodos parten de la distribución de estados de carácter. De igual forma, aunque normalmente el algoritmo nos ofrece un único árbol más verosímil, a diferencia de la parsimonia donde podemos tener cientos o miles de árboles igualmente parsimoniosos, el método de ML se acompaña de un Jackknife o un Bootstrap que refleja el grado de apoyo de las ramas en una topología consensuada (Lewis, 2001). Diferencias con la MP son, por ejemplo, su requerimiento de un modelo explícito sobre las probabilidades de cambio entre los estados de carácter así como la incorporación de ciertos aspectos propios de los árboles en los cladogramas (s.s.), tal es el caso de la longitud de las ramas que refleja el grado de evolución que existe entre dos nodos (Lewis, 2001). La inclusión de la longitud conlleva a que el problema de la NP completud descrito anteriormente se agudice en este algoritmo, ya que en términos coloquiales corre más rápido al infinito pues no sólo debe analizar una cantidad muy alta de topologías sino que dada una topología particular se sigue casi un infinito de geometrías –valores de longitud de ramas– de tal forma que las búsquedas tipo TBR deben, además de modificar las posiciones de los táxones terminales, modificar las longitudes de las ramas, y evaluar si estos cambios aumentan la verosimilitud del árbol. Es por esta inclusión de la geometría que ML nos regresa únicamente un árbol en vez de cientos o miles (Ochoterena, 2005).

Sobre el modelo, el porqué de su inclusión obedece a que, en general, el método surgió en la sistemática molecular –actualmente se usa también con morfología–, a raíz de un problema que ha venido a conocerse como el problema de la atracción de ramas largas (LBA) (Bergsten, 2005). Ahora bien, la LBA ha dado lugar a que se modelen diferentes escenarios, en los cuales ésta está presente en mayor o menor grado, desde una presencia ubicua hasta una total inexistencia. A partir

de las simulaciones se ha podido determinar que existen tres zonas en el espacio de árboles, la zona de Felsenstein en la cual la MP tiende a regresar filogenias incorrectas por el problema de la LBA mientras que la ML (y los MB) tiende a ser más precisa; una zona neutra donde los dos (o tres) algoritmos regresan filogenias más o menos fieles; y la llamada zona de Farris, en la cual la MP es el algoritmo (junto con MB) más exitoso, mientras que la ML se equivoca al generar un artificio que se ha venido a llamar “abstracción de ramas largas”. Desafortunadamente en la naturaleza no hay forma de saber si nos encontramos en alguna de estas tres zonas (Bergsten, 2005).

Por la problemática anterior investigadores como Felsenstein han llegado a la conclusión de que los modelos evolutivos deben hacerse explícitos en los procesos de inferencia filogenética pues las tasas de sustitución puede estimarse empíricamente, al menos en principio. Una ventaja adicional de realizar esto, además de librarse del riesgo de la LBA, es que, en opinión de estos investigadores, al explicitar un modelo nos libramos de la oscuridad que subyace a las premisas de la MP y el posible riesgo de afirmar que la evolución es simple.

Los modelos empleados comenzaron siendo tan simples como el modelo de Jukes-Cantor que asigna una cierta probabilidad a las sustituciones en general, o el modelo de Kimura dos parámetros que distingue entre transiciones y transversiones, el modelo de Kimura cuatro parámetros que distingue tasas de cambio para cada base. Actualmente existen modelos que dan un valor a los seis posibles cambios de las bases, a saber: A por T, A por G, A por C, C por G, C por T y G por T, e incluso se puede modelar la probabilidad de acuerdo a la zona del genoma en la cual se encuentra la base y se puede condicionar o no la probabilidad de cambio con la probabilidad de cambio de zonas adyacentes del genoma (Futuyma, 2005).

#### **Bibliografía:**

- **Bergsten, Johannes** (2005); “A review of Long Branch Attraction” en *Cladistics* Vol. 21.
- **De Queiroz Kevin y Steven Poe** (2001); “Philosophy and Phylogenetic Inference: A Comparison of Likelihood and Parsimony Methods in the Context of Karl Popper’s Writings on Corroboration” en *Systematic Biology*, Vol. 50, No. 3.
- **Futuyma, Douglas J.** (2005); “Evolution”, Ed. Sinauer, EUA.
- **Lewis, Paul O.** (2001); “Phylogenetic systematics turns over a new leaf” en *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 16, No. 1.
- **Ochoterena, Helga** (2005); Material de apoyo para el curso de Sistemática I (Sistemática Filogenética), Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.
- **Siddall, Mark E. y Arnold G. Kluge** (1997); “*Probabilism and Phylogenetic Inference*” en *Cladistics*, Vol. 13.
- **Siddall, Mark E.** (2001); “Philosophy and Phylogenetic Inference: A comparison of Likelihood and Parsimony Methods in the Context of Karl Popper’s Writings on Corroboration (Letter to the Editor)” en *Cladistics* Vol. 17.
- **Sober, E.** (2004); “The Contest between Parsimony and Likelihood” en <http://philosophy.wisc.edu/sober/>
- **Sober, Elliot** (200X); “Parsimony” en <http://philosophy.wisc.edu/sober/>

## APÉNDICE C

### La explicación en Sistemática Filogenética:

En su (2000) Brower realiza una reflexión sobre las premisas subyacentes al Cladismo como metodología de construcción de cladogramas, y de la relación que existe entre la Sistemática y la Evolución, analizando entre otras cosas cuál es el *explanans* y cuál es el *explanandum* en la inferencia filogenética.

El objetivo de la discusión es tratar de resolver la discusión sobre si la evolución es, en un contexto de justificación, base o consecuencia de la construcción e interpretación de cladogramas. Haciendo primero un breve recuento histórico que comienza con Hennig, quien propone por vez primera que sólo la similitud de corte sinapomórfico puede servir para generar clasificaciones en biología, Brower menciona brevemente los axiomas que el Cladismo ha invocado a lo largo de su historia como suficientes y necesarios para justificar al proceso mismo de construcción de cladogramas.

Hennig propuso así tres criterios (1966):

1. La evolución ocurre.
2. Sólo hay una filogenia de todos los seres vivos, extintos o no, y esta filogenia es el resultado de una genealogía descendente.
3. Los caracteres pueden ser transmitidos de una generación a otra, modificados o no, vía una relación genealógica.

Por su parte Farris propone en 1970 los siguientes:

1. Un carácter, una serie de transformación en sentido hennigiano, es una colección de estados mutuamente excluyentes (atributos, rasgos, caracteres, estados de carácter o estados de expresión de Hennig) tales que: (a) tienen un orden fijo de evolución tal que (b) cada estado ha derivado de sólo un estado antecesor y (c) hay un único estado ulterior desde el cual todo otro estado ha derivado.
2. Para cada grupo monofilético G, de OTU's, hay al menos un carácter X, con un estado x, tal que si un estado y en X describe cualquier OTU en G entonces (a) y es derivable de x, mientras que si hay un estado z en X que no describe algún OTU en G entonces (b) z no es derivable de X.
3. En la ausencia de cualquier evidencia en contra, cualquier estado corresponderá a un paso derivado compartido por un grupo G, de OTU's en los cuales este carácter ha surgido sólo una vez.
4. A mayor cantidad de caracteres interpretables como apomórficos presentes en un número de especies, mejor estará fundada la asunción de que estas especies corresponden a un grupo monofilético.

Por su parte Platnick en 1979 propone:

1. La naturaleza está ordenada en un único patrón identificable que puede representarse por un diagrama ramificado o una clasificación jerárquica.
2. Ese patrón puede estimarse por medio de muestreos de caracteres que muestren conjuntos anidados de sinapomorfías repetidas veces.
3. El conocimiento sobre la evolución es derivado, como nuestra clasificación, de patrones jerárquicos así hipotetizados.

La versión anterior es lo que se ha venido a llamar el Cladismo de patrón. Éste no niega a la evolución, lo que niega es que la evolución sea antecedente de la construcción de cladogramas, y en un sentido histórico, que el desarrollo de clasificaciones jerárquicas requiriese de la noción de evolución.

Esta posición ha sido recientemente cuestionada en la literatura por Kluge quien afirma que la noción de “descendencia con modificación” es el centro de la capacidad explicativa del Cladismo, haciendo de la evolución un antecedente, pero también, proporcionando un modelo general de la explicación en la sistemática. Veamos este modelo más a fondo.

Kluge (2001) considera que la parsimonia puede justificarse a la luz de hipotético deductivismo de Popper, de tal forma que el modelo general de la explicación en Sistemática es el siguiente:

Ley general:	Descendencia con modificación	
Condiciones iniciales:	Un cladograma particular	explicación de la herencia
<hr/>		
Evento explicado:	Sinapomorfía como homología	

Aunque en otros textos Kluge mismo admite que el modelo anterior sólo daría cuenta de qué es homoplasia mas no qué es homología pues la “homoplasia convergente” satisfaría el modelo anterior, así, deben añadirse en las condiciones iniciales factores adicionales que pudieran dar cuenta de cómo distinguir la homología de la homoplasia convergente.<sup>1</sup>

Sin embargo, paradójicamente, Kluge reniega del espíritu predictivo de la inferencia filogenética como lo muestra su artículo con Siddall, lo cual parece ir en contra del modelo ND. Asimismo reniega de la noción de táxones como clases lo cual parece nuevamente ir en contra de la noción misma de ley como era entendida por la concepción heredada.

Kluge considera que, dado este modelo, es claro que el Cladismo de patrón no puede ser una metodología robusta pues, en su opinión, sin la idea de descendencia con modificación, no hay ninguna justificación para agrupar a los organismos dentro de una estructura jerárquica, e incluso, que los cladogramas no pueden contar como evidencia a favor de la evolución si se interpretan en un sentido meramente operacional.

Sin embargo, antes de continuar con el debate revisemos más detalladamente qué propone el Cladismo de patrón:

Brower considera que el Cladismo tradicional tiene al menos cuatro problemas: Primero, la parsimonia no tiene una base ontológica, los cladogramas no deben asimismo interpretarse ontológicamente, es decir, la posibilidad de considerarlos reflejos de la evolución tal cual ésta ha ocurrido es absurdo, incluso una visión moderada que sólo admita plausibilidad no posee base alguna. Segundo, la noción de evidencia y teoría corre el riesgo de perderse si no reconocemos que estrictamente lo que observamos son únicamente semejanzas, es decir, no podemos observar homología, postular que un carácter es homología es confundir la relación de justificación y la dicotomía teorías-observación. Tercero, si queremos que la teoría de la evolución sea testable entonces requerimos de evidencia que no la presuponga, por ello mismo los cladogramas, si han de servir de base de corroboración deben de estar libres de sesgos evolutivos. Cuarto, Brower considera que el conocimiento de la evolución y la inferencia filogenética debe descansar en la clasificación, es decir, la clasificación es el fundamento último de la biología evolutiva.

---

<sup>1</sup> A mi entender es absurdo proponer el método Nomológico Deductivo como el relevante para la explicación en Sistemática, pero si concedemos el punto parecería que, curiosamente, la ML satisface mejor el modelo ya que (a) realiza predicciones independientes de las observaciones al menos en un sentido laxo y probabilístico, y (b) porque tiene un añadido que justamente logra dar cuenta de cómo distinguir, al menos en principio, la homología de la homoplasia convergente.

Otro aspecto que Brower considera central y que ilustra su posición ante el realismo de los táxones descansa en su crítica a la noción de pluralismo metodológico como método de encontrar aquellos táxones “realmente existentes” los cuales son obtenidos repetidas veces por diversos métodos. Asimismo, Brower niega que los esfuerzos inductivos tengan sentido porque en su opinión el problema de Hume acaba con toda posibilidad de conocer a los clados “reales” o incluso acercarnos asintóticamente a ellos.

Así, Brower concluye que los axiomas básicos del Cladismo deben ser:

1. La base evidencial la proporcionan diferencias observadas en los caracteres a través de los táxones.
2. Una forma útil de representar las relaciones entre los táxones es una jerarquía irregular y bifurcante.
3. La parsimonia es la guía operacional (epistemológica) que fundamenta la empresa taxonómica.

En su opinión, a esto debe añadirse que el Cladismo tradicional descansa en una serie de premisas supernumerarias que, de acuerdo con Popper, al aumentar la adhocidad sin aumentar el contenido empírico disminuyen el poder explicativo del Cladismo tradicional.

Sin embargo, Kluge encuentra estos axiomas insuficientes, dogmáticos y fundamentalmente equivocados. El centro de su argumentación gira alrededor de cinco problemas fundamentales: Primero, qué justifica agrupar a los táxones en un patrón jerárquico si la similitud no se entiende como homología, la base del concepto homología es proporcionar una noción causal que dé cuenta de la semejanza gracias a un origen común, justificando así el arreglo jerárquico. Segundo, si no hay una consideración histórica de fondo porqué elegir o al menos considerar como un ideal regulativo, a un único árbol como verdadero. Tercero, porqué usar parsimonia y no otros criterios para la construcción de árboles. Cuarto, porqué postular internodos como ancestros hipotéticos para modelar la evolución de los caracteres. Quinto, Lo anterior muestra que el método del Cladismo de patrón carece de toda justificación y es más bien un férreo dogmatismo.

### **Bibliografía:**

- **BROWER, Andrew V. Z.** (2000); “*Evolution is not a necessary assumption of cladistics*” en *Cladistics* 16, pp. 143-154
- **KLUGE, Arnold G.** (2001); “*Parsimony with and without Scientific Justification*” en *Cladistics* 17, pp. 199-210.
- **PATTERSON, Colin** (2002); “*Evolution and Creationism*” en *The Linnean* Vol. 18., pp. 15-33.
- **RIEPEL, Olivier** (2003); “*Popper and Systematics*” en *Systematic Biology* Vol. 52, No. 2.
- **SIDDALL, Mark E. y Arnold G. Kluge** (1997); “*Probabilism and Phylogenetic Inference*” en *Cladistics* 13, pp. 313-336.