



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Humanidades y Arte
Programa de Magíster en Filosofía



**ADAPTACIÓN Y TELEOLOGÍA: UN EXAMEN DESDE LA
BIOFILOSOFÍA DE ERNST MAYR Y FRANCISCO JOSÉ AYALA**

Tesis para optar al grado de Magíster en Filosofía

JOEL MOISÉS IBACA LEÓN

CONCEPCIÓN-CHILE
2018

Profesor Guía: Julio Torres Meléndez
Departamento de Filosofía, Facultad de Humanidades y Arte
Universidad de Concepción



A Valeska y Gastón

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-----------|
| RESUMEN..... | v |
| PROLÓGO..... | 1 |
| CAPÍTULO I. LOS CIMIENTOS EPISTEMOLÓGICOS DE LA BIOLOGÍA CONTEMPORÁNEA..... | 4 |
| 1. Darwin y la Síntesis Moderna..... | 4 |
| 2. Adaptación y Teleología..... | 11 |
| CAPÍTULO II. LOS USOS DEL CONCEPTO DE TELEOLOGÍA EN LA BIOLOGÍA SEGÚN ERNST MAYR Y FRANCISCO JOSÉ AYALA..... | 17 |
| 1. El pensamiento teleológico de Ernst Mayr..... | 17 |
| 1.1 Sistemas estacionarios..... | 18 |
| 1.2 Dos modos de interrogar a los seres vivos: causas últimas y próximas..... | 20 |
| 1.3 Procesos y comportamientos teleonómicos..... | 21 |
| 1.4 El sentido teleonómico de los roles biológicos de una adaptación..... | 24 |
| 2. El pensamiento teleológico de Francisco José Ayala..... | 28 |
| 2.1 Las categorías de Ayala para el concepto de teleología..... | 30 |
| 2.2 El doble sentido ‘teleológico’ de la selección natural..... | 32 |

**CAPÍTULO III. CONSECUENCIAS DEL LENGUAJE TELEOLÓGICO
EN LA CONCEPCIÓN DE LA BIOLOGÍA DE ERNST MAYR.....36**

1. Mayr y su teleonomía en vez de teleología, un recurso epistémico para la autonomía científica de la Biología.....36
 - 1.1 Fundamento conceptual para aceptar la autonomía científica de la biología.....38
2. Un reduccionismo explicativo de corte fisicalista, que no niega la causalidad a posteriori de la biología evolutiva.....42
3. Fundamento epistemológico para el rechazo del concepto de teleología en la biología como ciencia autónoma.....46
 - 3.1 La epistemología de Thomas Kuhn.....46
 - 3.2 Cohesión epistémica entre Kuhn y Mayr.....49

**CAPÍTULO IV CONSECUENCIAS DEL LENGUAJE TELEOLÓGICO
EN LA CONCEPCIÓN DE LA BIOLOGÍA DE FRANCISCO JOSÉ AYALA.....53**

1. Un supuesto progresismo en la explicación teleológica de Ayala.....53
2. El valor epistémico de la hipótesis teleológica.....56
3. La ciencia según Ayala.....58
4. La epistemología evolutiva de Toulmin como defensa de la explicación teleológica de la adaptación de Ayala.....60

CONCLUSIONES.....64

BIBLIOGRAFÍA.....68

RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis consiste en analizar la controversia de usar el concepto de teleología para hacer hipótesis acerca de la adaptación biológica. Objetivo que se realiza mediante el análisis crítico respecto a los conceptos de selección natural, herencia, adaptación y teleología, integrados en el pensamiento de dos biólogos emblemáticos Ernst Mayr y Francisco José Ayala. De este modo y, por una parte, se argumenta que a pesar de que ambos autores fundamenten a su pensamiento teleológico en la teoría de la selección natural y en la teoría genética actual, mantienen una discrepancia en el uso del concepto de teleología para hacer hipótesis acerca de las adaptaciones que, sin embargo, son argumentadas con el apoyo de conceptos otorgados principalmente por los filósofos de la biología Elliott Sober y Gustavo Caponi. Por otra parte, se describe la discrepancia tenida en ambos biólogos respecto al valor de usar el concepto de teleología en la biología contemporánea, discrepancia que se justifica para ambos casos debido a que comprenden de manera distinta el cambio conceptual en las ciencias. De este modo, se considera que Mayr entiende el cambio conceptual según la epistemología del filósofo Thomas Khun, a diferencia de Ayala que entiende el cambio conceptual según la epistemología del filósofo Stephen Toulmin

PROLÓGO

La presente investigación es una reflexión crítica sobre un aspecto de la biología, y por ello se inscribe en el ámbito de la filosofía de las ciencias denominado como *filosofía de la biología*. La filosofía de la biología toma a la biología como objeto de análisis, en especial sus procedimientos metodológicos, sus peculiaridades explicativas y sus problemas conceptuales. De este modo, examino las consecuencias epistemológicas que conlleva usar el concepto de *teleología* para hacer hipótesis en la explicación adaptacionista, es decir, por selección natural. Un examen que se centra en el pensamiento teleológico de dos científicos de relevancia en la ciencia de la vida, en el pensamiento teleológico del biólogo alemán Ernst Walter Mayr (1904-2005), y en el pensamiento teleológico del biólogo español Francisco José Ayala (1934-).

En el primer capítulo, analizo el sentido histórico de la teoría que explica la evolución biológica defendida por Charles Darwin en *El origen de las especies* (1859), la teoría de la selección natural. De igual manera, analizo la historia de la explicación por el cómo se transmiten las características de los organismos, en otras palabras, de específicamente como se originan las especies, a saber, de la transmisión genética. Por último, describo críticamente a la teoría de la selección natural según tres significados del concepto de adaptación y también realizo una descripción del concepto de teleología asumido en la historia de la biología.

En el segundo capítulo, me centro en describir críticamente el pensamiento de Ernst Mayr y Francisco J. Ayala respecto a los usos de conceptos teleológicos para hacer hipótesis en la explicación adaptacionista. Comienzo con la explicación de Mayr de la adaptación como sistema estacionario y de su explicación de los procesos y comportamientos teleonómicos. Luego, asocio dichas explicaciones con el significado epistemológico que otorga Mayr al concepto de biología, un conglomerado de disciplinas que reúne en una dicotomía conceptual: biología funcional y biología evolutiva. La biología funcional, es el rotulo para disciplinas como la fisiología o la genética molecular donde el objeto de estudio

es el funcionamiento del organismo del ser vivo; y, por otro, biología evolutiva, es el rotulo para disciplinas como la paleontología o la genética de poblaciones donde el objeto de estudio es principalmente reconstruir el pasado de las especies y de sus adaptaciones. Por último, analizo críticamente un aspecto problemático en el concepto de adaptación de Mayr que alude al concepto de función en biología evolutiva, análisis que realizo en base al pensamiento del filósofo de la biología Elliott Sober (1948-).

Posteriormente, analizo el pensamiento teleológico de Ayala, aludido en su hipótesis de la adaptación como un proceso teleológico natural indeterminado, y de los procesos fisiológicos como procesos con teleología natural determinada. Hipótesis que se corresponden con su doble sentido teleológico de la selección natural, el que también analizo en base al pensamiento de Sober.

En el tercer capítulo analizo las consecuencias epistemológicas del pensamiento teleológico de Ernst Mayr, de donde justifico en base a su proyecto epistemológico de constituir a la biología como una ciencia autónoma respecto de la física y la química, su rechazo a usar el concepto de teleología para realizar hipótesis acerca de adaptaciones, y también a su redefinición del concepto de teleología por el de teleonomía para realizar hipótesis acerca de procesos fisiológicos. A raíz de lo anterior, analizo y defiendo en base al pensamiento del filósofo de la biología Gustavo Caponi (1961-), la posibilidad de un tipo de reduccionismo fisicalista que contribuye a explicar las adaptaciones, teniendo en cuenta el proyecto epistemológico de Mayr. Por otra parte, reflexiono respecto a la posibilidad de defender el proyecto de Mayr, si se supone como una revolución científica, a su redefinición del concepto de teleología por el de teleonomía y a su rechazo del concepto de teleología en biología evolutiva. Reflexión que realizo en base a la epistemología del físico y filósofo Thomas Kuhn (1922-1996)

En el cuarto y último capítulo, analizo las consecuencias epistemológicas del pensamiento teleológico de Francisco J. Ayala. En primera instancia, mediante el análisis de una crítica realizada por Mayr al pensamiento teleológico de Ayala. Luego, describo el valor epistémico que Ayala otorga al uso de la hipótesis teleológica en biología. Posteriormente

analizo su pensamiento respecto a la ciencia. Y, por último, relaciono el pensamiento epistemológico-teleológico de Ayala con la epistemología evolutiva del filósofo Stephen Toulmin (1922-2009), a partir de la cual la crítica de Mayr, de acuerdo con mi punto de vista, resulta estar infundada epistemológicamente.



CAPÍTULO I. LOS CIMIENTOS EPISTEMOLÓGICOS DE LA BIOLOGÍA CONTEMPORÁNEA

“Nada en biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución”. (Dobzhansky 1973, p. 125)

“Nada en evolución tiene sentido si no es a la luz de la genética de poblaciones”. (Lynch 2007, p. 8597)

1. Darwin y la Síntesis Moderna.

En 1859 Charles Darwin publica *El origen de las especies*, el texto donde expone su pensamiento evolutivo respecto de los organismos terrestres. Este pensamiento ha permanecido en la actualidad como la idea principal en las distintas disciplinas que componen la biología contemporánea como la genética, la paleontología o la fisiología. Las razones de este acontecimiento son dos. En primer lugar, porque los biólogos han considerado a la *evolución biológica* como un hecho científico incuestionable, es decir, que “el mundo no es constante, ni se ha creado recientemente, ni está en perpetuo ciclo, sino que está cambiando continuamente, y de que los organismos se transforman en el tiempo” (Mayr 1992, p. 49; cf. Ayala 2013, pp. 55-57; cf. Gould 1995, pp. 468-487).¹ Y en segundo lugar, debido a que la teoría principal que explica la evolución, es decir, la *selección natural*,² no recurre a una fuerza sobrenatural sino a la existencia misma de los seres vivos, a diferencia del pensamiento de la Historia Natural anterior a 1859 que seguía mayoritariamente un pensamiento teológico basado en una comprensión de la diversidad orgánica a través de un ‘mutualismo

¹ Una visión interna del concepto de evolución dice que alude al cambio en las frecuencias génicas de una población, es decir, un cálculo matemático de la abundancia o escases de ciertos genes en vez de otros en un lugar (loci) de los cromosomas en organismos con un mismo genotipo o constitución genética (población). La misma definición, pero desde una mirada externa, dice que la evolución alude al cambio en los fenotipos de los organismos a lo largo de las diferentes generaciones. (cf. Diéguez 2012, pp.341-342)

²Darwin en el Cap. IV de *El origen*, define la selección natural como la “conservación de las diferencias y variaciones individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales la he llamado yo selección natural o supervivencia de los más adecuados”. (Darwin 2009, p.124).

providencial’, es decir, que “la razón última de la existencia de un ser vivo, y de cualquiera de sus atributos, residirá en la contribución que la existencia que ese ser pueda hacer para la manutención de un orden natural” (Caponi 2006, p. 32).

No obstante, si bien la teoría de la evolución fue aceptada por la comunidad científica de la biología de la época (cf. Mayr 2006, p. 130; 1992, p. 50), no ocurrió lo mismo con la teoría de la selección natural, ya que solo fue mayoritariamente aceptada mediante un consenso de disciplinas biológicas durante los años 1936-1950, con la llamada *Síntesis Moderna* (Mayr 1992, pp. 50 y 186). Con la Síntesis Moderna se proporciona una base empírica para comprender la teoría de la selección natural, la que comenzó con la explicación de Mendel (1866) de *cómo* los rasgos de los organismos se heredan. Puesto que, si bien la teoría de la selección natural supone que “el cambio evolutivo se produce a través de la producción abundante de variación genética en cada generación” (Mayr 1992, p. 50), no explica a nivel individual y genético *cómo* los *caracteres son heredables*. Sin embargo, no fue indispensable para Darwin disponer de una explicación sobre el origen de los caracteres heredables a nivel individual para explicar la evolución de las especies, ya que comprendió que la evolución era un cambio *poblacional* (cf. Mayr 2006), es decir, que para explicar el cambio evolutivo le bastó con la generalización a través de su observación como naturalista:

Como naturalista y lector de obras sobre cría de animales, sabía que la variación siempre está presente, y eso es todo lo que *necesitaba saber*. También estaba convencido de que el aporte de la variación se renovaba con cada generación y que, por lo tanto, siempre era abundante como materia prima para la selección. En otras palabras, para la teoría de la selección natural *no* era un requisito previo indispensable tener una teoría correcta sobre la genética. (Mayr 1992, p. 95)

Ahora bien, es sabido que Darwin adoptó una teoría de herencia denominada *pangénesis*, la transferencia de gránulos (gémulas) desde el cuerpo a las gónadas y células germinales (Mayr 1992, p. 183). Teoría que también puede denominarse como de ‘herencia mezclada’, al sostener que los determinantes genéticos de los padres se fusionan en una sustancia uniforme durante la fecundación del óvulo (Mayr 1992, p. 182; Corredor 2007, p. 43). La teoría de Darwin se diferenciaba de dos teorías, de la *herencia blanda* o de caracteres

adquiridos y de la *herencia dura*. La primera dice que el material de la herencia no era considerado como inmutable, sino que podía modificarse por efecto del uso y falta de uso, por actividades fisiológicas del cuerpo, por una influencia directa del ambiente sobre el material genético o por una tendencia inherente a progresar hacia la perfección³ (Mayr 1992, p. 87; cf. Gould 1986, pp.79-87). Por otra parte, la herencia dura, dice que el material que se hereda se mantiene constante («duro») y no puede verse afectado por la forma de vida o el ambiente, en consecuencia, ninguno de los cambios que se producen en el fenotipo del organismo durante su tiempo de vida puede pasar a su descendencia (Mayr 1992, p. 181). Esta teoría tuvo mayor adherencia a través del biólogo alemán August Weissman (1834-1914), quien en su ensayo *Sobre la herencia* (1883) demostró la falsedad de la teoría de los caracteres adquiridos, a través de su doble línea celular: la línea germinal que alude al núcleo de la célula donde está contenido el material genético, y la línea somática que alude a “las células del cuerpo que no van a dar lugar nuevas generaciones”, es decir, rechaza a la teoría de los caracteres adquiridos porque esta alude a la línea somática (Corredor 2007, p. 42).⁴

Sin embargo, ninguna de las herencias nombradas contribuyó a que se aceptara la teoría de la selección natural. En definitiva, el conocimiento empírico de laboratorio de cómo se transmiten las características que se heredan, fue posible en 1900 gracias al descubrimiento de Hugo de Vries (1848-1935), Carl Correns (1864-1933) y Erich von Tschermak (1871-1962) de *Las leyes de la herencia* (1866) de Gregory Mendel (1822-1884).

La teoría mendeliana es conocida como *herencia discreta o particulada*, es decir, sostiene que hay elementos aportados por padre y madre que no son modificables, y que se combinan en la generación siguiente (Corredor 2007, p. 43). Esta concepción permite a los biólogos sostener, en parte, el postulado de la herencia dura cuando se atribuye que hay elementos que no son modificables, y por otra parte, justificar de manera experimental la

³ Dicha tendencia inherente hacia la perfección se identifica con la hipótesis biológica denominada ‘ortogénesis’, según la cual “las modificaciones ocurren, aparentemente, en ciertas direcciones, como si tuvieran una polaridad hacia ciertos fenotipos o características [...] se recurre a la idea de que la variación no es al azar, sino dirigida, y esa variación dirigida debe entonces provenir del medio externo” (Mayr 1992, p. 39).

⁴ Es importante mencionar que la herencia de los caracteres adquiridos no fue negada a cabalidad por Darwin para explicar el surgimiento de tanta variabilidad en los organismos, sin embargo, la consideraba subsidiaria a la teoría de la selección natural (cf. Gould 1986, pp. 79-87). Aun así, tras la refutación de Weissmann nace el término ‘neodarwinismo’ para el seleccionismo exclusivo de Weissmann, es decir, el que en ningún aspecto acepta a la teoría de caracteres adquiridos (Mayr 1992, p. 122).

presencia de las variaciones en las especies.⁵ Dicho de otro modo, la herencia discreta permitió la distinción actual entre ‘genotipo’ y ‘fenotipo’, es decir, entre la constitución genética del individuo en contraposición al conjunto de características observables de un individuo (cf. Mayr 1992, pp. 180-181). Ahora bien, el aporte de mayor importancia otorgado por la herencia discreta fue integrar a un nivel genético a la explicación de las *adaptaciones* por selección natural, puesto que el trabajo de Mendel “permite establecer que la segregación entre los caracteres es independiente, dando lugar a una explicación de la variabilidad en las poblaciones naturales” (Corredor 2007, p. 47).

No obstante, en los primeros mendelianos como Bateson y de Vries (Corredor 2007, p. 48) todavía existía un rechazo a la selección natural, ya que explicaban la diversidad fenotípica como un resultado exclusivo de la presión por mutación, es decir, por un cambio en el genotipo, por un cambio que no surge necesariamente de la selección natural (Mayr 1992, p.143; Cela y Ayala 2001, p. 29). De esta manera, se defendía que la evolución procede a través de grandes cambios mutacionales *saltatorios* en vez de graduales, y que si de alguna manera va a operar la selección natural es únicamente a través de la selección negativa, es decir purificando la población de otros elementos (Corredor 2007, p. 48). Pero, según Mayr (1992) durante la década de 1920 se eliminó la explicación de los primeros mendelianos, gracias a los trabajos de los genetistas T.H. Morgan (1866-1945), Edward Murray East (1879-1938) y Erwin Baur (1875-1933), al descubrir que la “mayoría de las mutaciones solo producían pequeños efectos en el genotipo y que no se parecían en absoluto a las grandes mutaciones previstas por los primeros mendelianos” (Ibíd.). Por consiguiente, se aceptó que la evolución procede por selección natural de manera *gradual*, y “se comprendió que lo que se selecciona son genotipos completos, no genes individuales. Por lo tanto, se vio que era la recombinación genética y no la mutación la fuente inmediata que queda disponible para la selección” (Mayr 1992, p. 144).⁶ En otros términos, se comprendió que la variabilidad de una

⁵ Se podría pensar que con la línea somática y germinal de Weissman nace la herencia discreta, sin embargo, Corredor afirma que el trabajo de Weissman no es tan experimental como el de Mendel, puesto que surge a partir de algunas observaciones y de algunos experimentos. (cf. Corredor 2007, p. 49).

⁶ La recombinación genética es “la reorganización de los genes de un organismo durante la producción de las células germinales a través del entrecruzamiento de secciones de cromosomas paternos y maternos del organismo [...] hoy se sabe que la recombinación genética es la causa de la existencia de la gran cantidad de variación sobre la que actúa la selección natural” (Mayr 1992, p. 185).

especie resulta mayoritariamente por la recombinación genética.

Sin embargo, la variabilidad por recombinación genética no niega que la vida se halla originado por un proceso genético azaroso (cf. Sober 1996, pp. 75-76), denominado como 'mutación', la auto-reproducción de una molécula a otra distinta, pero del mismo tipo (Montalenti 1983, p. 41). De esta manera, la variabilidad también resulta por mutaciones, y, al ser las mutaciones el componente primero de la vida orgánica, se presentan como la fuente originaria con la que la selección natural causó la evolución orgánica. Un acontecimiento que a nivel genético es necesario, dado que, como la mayoría de las nuevas mutaciones son perjudiciales para el organismo, es necesario de un proceso que contrarreste a estas mutaciones perjudiciales para que así resulten las adaptaciones. De modo contrario, el cambio genético en una población resultaría en una serie de monstruos, y la información genética almacenada en el ADN de la población mutante se extinguiría al no disponer de la selección natural como proceso ordenador de variantes beneficiosas a nivel poblacional (Ayala 1970, p. 3). De este modo el origen de la variación hereditaria incluye dos procesos, el de la mutación por el cual una variante aparece a partir de la otra; y el proceso sexual que recombina esas variantes en las células sexuales dado lugar a una infinidad de combinaciones entre ellas (Cela y Ayala 2001, p. 53).⁷ Y, a diferencia de los primeros mendelianos, la selección natural es concebida en un sentido positivo tanto en la recombinación genética como en las mutaciones, es decir, es comprendida como aquello que mantiene solo a las variaciones beneficiosas (Corredor 2007, p. 48). En consecuencia, y siguiendo a Cela y Ayala (2001), la evolución puede ser vista como un proceso de dos episodios:

El primero supone el origen de la variación hereditaria; el segundo refiere a la selección natural, que causa que unas variantes genéticas se multipliquen en los descendientes más eficazmente que otras, de manera que las primeras se difunden entre los descendientes al tiempo que las variantes desventajosas desaparecen. (Cela y Ayala 2001, p.53)

⁷ Cela y Ayala dicen que estos mecanismos se reúnen en un grupo de organismos de la misma especie, es decir, en una población, o en la especie total, y son entendidos en genética bajo el concepto de 'acervo genético' (cf. Cela y Ayala 2001, pp. 53-55).

Un último aspecto por destacar en cuanto a la aceptación de la selección natural es que, entre los años 1900 y 1920 no existía un conocimiento total entre las disciplinas evolutivas que permitiera unificar a los significados de los conceptos de herencia tenidos entre paleontólogos, naturalistas, sistemáticos y genetistas. Para los tres primeros, el concepto de herencia estaba asociado con la variación geográfica de las especies. En cambio, para los genetistas la concepción de herencia se basaba en los genes de la variación intrapoblacional (Mayr 1992, p. 144). Ahora bien, como ambos grupos aceptaban la teoría de la evolución y su explicación por selección natural, solo era necesario de una síntesis para unificar lo aceptado en común, y que integrara los significados del concepto de herencia. Y fue en la obra *Evolution: The Modern Synthesis* (1942) del biólogo británico Julian Huxley (1887-1975), donde se ocupó por primera vez la expresión ‘Síntesis Evolutiva’ para designar la aceptación de los grupos de evolucionistas antes enfrentados, pero ahora unidos, respecto a que “todo cambio evolutivo se debe a la fuerza directriz de la selección natural ejercida sobre una variación disponible en abundancia” (Mayr 1992, p. 149).⁸

La Síntesis Moderna condujo a la formación de nuevas áreas en la ciencia de la vida, como la disciplina llamada *genética molecular*, que nace en 1953 cuando James Watson, y Francis Crick descubren la estructura de la molécula llamada ‘ácido desoxirribonucleico’ (DNA o ADN), es decir, “el material hereditario contenido en los cromosomas del núcleo celular”. De este modo fue posible explicar el fenotipo que obtendrá un organismo en función del desarrollo del genotipo estudiado (DNA), a saber, de su estructura, su expresión, sus mecanismos de regulación, sus transformaciones y sus interacciones (Diéguez 2012, p. 343).⁹ Del descubrimiento del material hereditario contenido en los cromosomas del núcleo celular,

⁸ Mayr dice que el nuevo consenso fue abanderado y defendido por los siguientes arquitectos: por Dobzhansky en la obra *Genetics and the Origin of Species* (1937), seguida de *Evolution: The Modern Synthesis* de J. Huxley (1942), *Systematics and the Origin of Species* del mismo Mayr (1942), *Tempo and Mode in Evolution* de Simpson (1944), *Neuere Probleme der Abstammungslehre* de Rensch (1947) y *Variation and Evolution in Plants* de Stebbins (1950). Y que se podría incluir entre estos arquitectos, algunos evolucionistas que publicaron antes de 1937 como Chetverikov, Sumner, Stresemann, Fisher, Haldane y Wright (Mayr 1992, p. 145).

⁹Esta apreciación de la evolución es considerada como el dogma central de la biología molecular, donde la información hereditaria fluye del ADN a otra molécula llamada ARN y de éste a las proteínas, pero no a la inversa. Sin embargo, a pesar de que en la mayoría de los organismos el contenido hereditario se encuentra en el ADN, existen otros como los virus que conservan la información en la molécula RNA y desde acá fluye al ADN, es decir, revierten el flujo de información (cf. Cella y Ayala 2001, p. 37; Diéguez 2012, p.340)

se fundamenta otra disciplina, a la *genética de poblaciones*, encargada de estudiar la alteración de la composición genética de las poblaciones a lo largo del tiempo, ya sea de la evolución dentro de una misma especie lo que se denomina como ‘microevolución’, o de los cambios evolutivos a lo largo de grandes periodos, lo que da origen a nuevas especies, aspecto que se denomina como ‘macroevolución’ (Diéguez 2012, p. 344). Ahora bien, una reunión metodológica que demuestra la importancia de la genética molecular y de la genética de poblaciones, lo constituye el denominado *reloj molecular*, de donde “es posible reconstruir tanto la historia evolutiva y el orden de la ramificación de los diferentes linajes como el tiempo transcurrido entre un acontecimiento evolutivo y otro” (Cela y Ayala 2001, p. 37).¹⁰

Por lo tanto, de la unión de los grupos evolucionistas en la Síntesis Moderna y de los avances en genética que dicha unión incentivó, es posible comprender que en la biología contemporánea “la evolución biológica implica la aparición de cambios en la constitución genética de las poblaciones” (Cela y Ayala 2001, p. 37), y que, la selección natural continúa existiendo como un mecanismo explicativo de la evolución biológica.

¹⁰ Un ejemplo de reloj molecular dice que es posible determinar las relaciones ancestrales existentes entre los humanos, los chimpancés y los orangutanes, y también determinar el tiempo transcurrido desde que el linaje se separó de sus parientes animales más cercanos (Ibíd.).

2. Adaptación y Teleología.

Se podría pensar que la concepción actual de la selección natural ha tenido muchos cambios, al punto de pensar que ya no es la teoría defendida por Darwin. Pero, siguiendo a Francisco J. Ayala (1998) aquel pensamiento estaría errado:

El concepto moderno de selección natural es fundamentalmente el mismo que Darwin, pero formulado con más detalle y precisión. En particular el proceso se describe hoy en día en términos genéticos, como la reproducción diferencial de alelos o genotipos que favorecen la adaptación al ambiente de sus portadores. Además, se ha desarrollado una teoría matemática que permite medir la selección, especificar las condiciones importantes en casos particulares, y predecir el resultado del proceso. (Ayala 1998, p. 504)

Entonces, tal vez no estaría errado suponer en base al detalle genético y a la precisión matemática que la concepción actual de la selección natural ya no es la teoría defendida por Darwin. Empero, como también sostiene en la cita Ayala, lo que hace que la teoría de la selección natural de 1859 siga siendo básicamente la misma en nuestros días, es que continúa siendo entendida por los biólogos como el principal principio que explica un aspecto biológico denominado *adaptación*.

Ahora bien, el concepto de adaptación tiene al menos tres significados, en donde no siempre la explicación será mediante el principio de la selección natural:

- i. Proceso de adecuación de un organismo individual a la presión ambiental; *adaptabilidad*.
- ii. Proceso de modificación evolutiva cuyo resultado es una eficacia mayor de sobrevivencia y de las funciones reproductivas.
- iii. Cualquier carácter morfológico, fisiológico, de desarrollo o de comportamiento que amplía el éxito reproductivo y de sobrevivencia de un organismo. (Lincoln, Boxshall y Clark 1995, p.15)

Una correspondencia para el primer significado ocurre en la fisiología, donde el término 'adaptación' "se utiliza para designar la respuesta de un organismo individual frente a una perturbación generada por el ambiente que le permite a dicho organismo preservar o

recuperar su equilibrio dinámico y, con ello, su identidad en relación al medio” (Caponi 2002, p. 73). Por ejemplo, una hiperqueratosis en la mano de una persona se explica como la respuesta del sistema tegumentario del organismo frente a una perturbación del entorno, una explicación fisiológica que no se corresponde con el principio de la selección natural al no tratarse de un fenómeno que contribuye a la sobrevivencia y al éxito reproductivo de la especie (Ibíd.). Algo parecido ocurre en el ámbito del naturalista, donde el término adaptación puede referir a lo que Caponi (2002) denomina ‘roles biológicos’¹¹, es decir, características ventajosas de los organismos en cuanto a contribuir de diversas maneras a la sobrevivencia de sus portadores durante el transcurso de sus vidas, pero que no son explicadas por la selección natural, porque la manera en que los roles biológico se tornan beneficiosos en una población se debe a la mediación directa de un cambio ecológico. Por ejemplo, el hedor de un insecto puede resultar beneficioso frente a una especie depredadora de pájaros que ha comenzado a colonizar esa región, donde la ventaja producida por el hedor del insecto es explicada por el resultado de su metabolización de algún veneno presente en el ambiente de la región (cf. Caponi 2002, p. 74). En consecuencia, el biólogo comprende que, si bien alguna característica puede otorgar el beneficio de contribuir a sobrevivir, no es por ello por lo que la característica es considerada como una adaptación por selección natural.¹²

Ahora bien, la segunda y tercera definición de adaptación se ajusta a lo que se entiende como *adaptación por selección natural*. Esta acepción no niega que las adaptaciones sean características que contribuyen a sobrevivir, de hecho, lo hacen, y Elliott Sober (1996) lo

¹¹ Si bien el concepto de roles biológicos se asocia a la primera definición de adaptación, una consideración manera más específica podría ser mediante otro significado para adaptación, el de adaptación biótica, referido a los cambios en la forma o fisiología que se cree que surge como resultado de interacciones con otros organismos. (Lincoln, Boxshall y Clark 1995, p.15) Puesto que el hedor del insecto resulta ser un beneficio de sobrevivencia respecto de los pájaros que comenzaron a colonizar la región, y de algún arbusto de donde la metabolización causo en última instancia al hedor.

¹² Si bien argumento que los roles biológicos no pueden considerarse como adaptaciones por selección natural. Esto no niega la posibilidad que algún día lo sean, puesto que los criterios de necesario y suficiente apoyados en el concepto de fitness, responden a una apreciación desde la finitud epistemológica del ser humano desde, el hecho de que el biólogo explica un resultado, una acción realizada en un tiempo anterior. Por lo anterior Mayr (1998b, 2006) sostiene que el método ocupado por el biólogo evolutivo trata de narraciones históricas, de una búsqueda de las causas últimas. Véase más adelante en el apartado 1.2 Dos modos de interrogar a los seres vivos: causas últimas y próximas, en el segundo capítulo de esta investigación, p. 20.

denomina como 'eficacia', el primer ingrediente para comprender la expresión "evolución por selección natural", trata de la capacidad de los organismos para sobrevivir y reproducirse donde un rasgo de un organismo tendrá más eficacia que otro si proporciona mayor número de crías (Sober 1996, p. 332). Para Ayala (Cela y Ayala 2001), este concepto refiere al parámetro para medir los efectos de la selección natural, el cual puede ser expresado como un valor absoluto o un valor relativo:

Consideremos una población en la que existen tres genotipos: AA, AB y BB. Asumamos que en promedio cada individuo AA y cada AB producen un descendiente, pero cada individuo BB produce dos. El número promedio de prole dejado por cada genotipo sirve de medida acerca de la eficacia absoluta de ese genotipo, y mediante él podemos calcular los cambios en frecuencia génica que ocurrirá a través de las generaciones. [En cambio] La eficacia relativa se presenta con la letra w . Usualmente se asigna un valor de 1 al genotipo con eficacia reproductiva más alta y se calculan las otras eficacias relativas en forma de proporción. En el ejemplo anterior, la eficacia relativa del genotipo BB será $w = 1$ y la de cada uno de los otros genotipos será $w = 0,5$ (una medida relacionada con la eficacia es el coeficiente de selección, representado con la letra s , que mide la reducción en eficacia: $s = 1 - w$. (Cela y Ayala 2001, pp. 60-61)

Sober (1996) se refiere a estos parámetros para medir los efectos de la selección natural como en términos de *frecuencia real* o *frecuencia relativa*, donde ambos significan la existencia de un genotipo que representa a un rasgo de un organismo frente a otro genotipo que representa a otro rasgo de otro organismo, es decir, la coexistencia de genotipos en un medio natural. Empero, Sober diferencia a la frecuencia relativa, como una conjetura hipotética acerca de qué rasgos serán más eficaces que otros (cf. Sober 1996, pp. 121).¹³ Por otra parte, afirma que la *frecuencia real* es una interpretación objetiva, porque interpreta la probabilidad en términos de la frecuencia con que ocurre realmente un suceso en una determinada población (cf. Sober 1996, p. 110).¹⁴ Ahora bien, tanto Ayala (Cela y Ayala

¹³ Un ejemplo de eficacia reproductiva en términos de frecuencia relativa es el argumento usado por el genético Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) en la proporción sexual, donde la conclusión se extrae de un modelo hipotético, es decir, no mediante una observación empírica de los nietos que una serie de padre logra tener. (cf. Sober 1996, pp. 43-44)

¹⁴ Si los individuos del rasgo A sobreviven hasta la edad adulta más que los individuos que poseen el rasgo B. Ello es prueba de que A es más eficaz que B". (...) [Dado que] si observamos que los individuos A sobreviven

2001) como Sober (1996), indican que la medición de la eficacia en términos de frecuencia *relativa* es más conveniente que el de frecuencia real, puesto que ante la dificultad epistemológica de reconstruir la historia de un proceso de selección como el gran tamaño del cerebro humano, permite realizar explicaciones que si bien pueden ser erróneas también pueden generar conjeturas plausibles sobre el *por qué* el presente rasgo fue más eficaz que otro (cf. Sober 1996, pp. 122-123).

Por otra parte, cuando el biólogo quiere descubrir el origen de una adaptación por selección natural, ya sea en un tiempo presente o pasado, recurre al criterio de la *herencia genética*, de donde se puede explicar empíricamente el origen de lo que se considera como adaptación por selección natural en una especie. Dicho de otro modo, la herencia genética es el medio en donde una característica ventajosa comienza a ser preservada en la especie como adaptación, y también es el medio en donde se mantiene a una característica como adaptación en la historia evolutiva de una especie. Este criterio es el segundo ingrediente de donde Sober (1996) define a una adaptación por selección natural, lo denomina como ‘heredabilidad’, es decir, la transmisión genética, aquello que garantiza que la descendencia tienda a parecerse a los progenitores (Sober 1996, p. 332); o, en términos de Caponi (2002) como ‘éxito reproductivo’ o ‘aptitud’ (*fitness*):

En el contexto de la biología evolutiva, decir que una estructura es una adaptación es comprometerse con la hipótesis de que, en un determinado ambiente, la misma contribuye, o ha contribuido, en alguna fase anterior de la historia del *Phylum*, al éxito reproductivo de sus portadores en mayor grado que alguna forma alternativa. En clave darwiniana, “una adaptación es una variante fenotípica que produce la mayor aptitud (*fitness*) entre un conjunto especificado de variantes en un ambiente dado. Por eso, el hecho de que una característica sea beneficiosa para su poseedor no es una condición ni necesaria ni suficiente para considerar que la misma sea una adaptación. (Caponi 2002, p. 74)

a los individuos B, esta observación aumenta su probabilidad en mayor medida si se supone que A es más eficaz que B, que, si se supone que B es más eficaz que A, o que las eficacias son iguales. (Sober 1996, p. 121)

Por otra parte, desde tiempos anteriores a Darwin ha existido otra explicación entre los biólogos para las adaptaciones, esta se ha basado en el concepto de *teleología*. Concepto que en la antigüedad era contenido en la noción de *causa final* de Aristóteles (cf. *Metafísica*, Libro V, Cap. II 1013 a 33; Montalenti 1983; Barahona y Torrens 2004). Noción aristotélica que, en la edad moderna y por el filósofo alemán Christian Wolff (1728), pasó a ser llamada ‘teleología’ para hacer referencia a la parte de la filosofía natural que explica los fines de las cosas. De este modo, el concepto de teleología explica la adaptación de manera implícita o explícita, como la referencia a un estado o suceso futuro que hace inteligible la existencia de una cosa o la realización de un acto (cf. Ponce 1978, pp. 77 y 79). Ahora bien, la explicación teleológica de la adaptación ha sido controversial, así lo evidencia Barahona y Torrens (2004) cuando mencionan el surgimiento de tres modos de ver el concepto de teleología en la Síntesis Moderna: 1) la visión teleológica fue abandonada con la teoría evolutiva (Ospovat 1978; Mayr 1983, 1988; Ghiselin 1994); 2) la teoría de la evolución contiene una teleología (Dobzhansky, et al. 1980; Lennox 1993; Ayala 1999); 3) las explicaciones teleológicas son explicaciones causales (Wimsatt 1972; Beckner, 1959, 1971).

En el capítulo que sigue examinaré el primer y segundo modo. Con relación al primer modo, examinaré el punto de vista de Mayr (1983, 1988, 1992, 1998a, 1998b, 2004, 2006). En cuanto al segundo modo, examinaré el trabajo de uno de los defensores del concepto de teleología en la biología, Francisco José Ayala (1970, 1998). Respecto al tercer modo solo cabe decir algunas palabras, puesto que puede unirse al punto de vista de Ayala, al sostener que la teleología de la evolución tiene la forma de explicación causal, una explicación por selección natural (cf. Ayala 1970).¹⁵

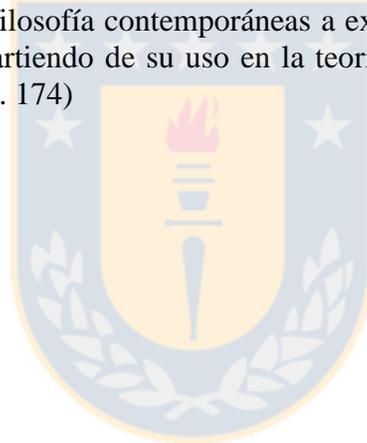
Barahona y Torrens (2004) sostienen que los filósofos Wimsatt (1972) y Beckner (1959, 1971) consideran que las explicaciones teleológicas son explicaciones causales según el concepto de función; y que la teoría de la evolución sería el punto de referencia para elaborar un marco conceptual claro y unificado de esta propuesta. Así, Wimsatt sostiene que la teoría de la evolución puede utilizarse para determinar cómo los enunciados funcionales pueden evaluarse e interpretarse causalmente, en el sentido de que la funcionalidad de un

¹⁵ Véase el apartado 2.2 El doble sentido ‘teleológico’ de la selección natural, en el segundo capítulo de la presente investigación, p. 32.

organismo es responsable de su evolución. Beckner, propone que las explicaciones teleológicas son explicaciones causales si se pueden traducir como explicaciones funcionales, entendiendo el concepto de función como una relación entre un todo y sus partes organizadas, es decir, como un sistema (cf. Barahona y Torrens 2004, pp. 173-175).

En suma, en conjunto con Barahona y Torrens (2004), considero que la teoría de la evolución por selección natural ha ejercido como cimiento epistemológico de donde el pensamiento humano ha buscado soluciones ante uno de los temas más controversiales en la biología de todos los tiempos, y que en esta investigación se trata de evidenciar y de cierta manera justificar: el concepto de teleología como explicación de las adaptaciones biológicas.

Lo que parece más claro en estas discusiones es que existe una tendencia en la ciencia y la filosofía contemporáneas a examinar y dilucidar en concepto de teleología partiendo de su uso en la teoría de la evolución. (Barahona y Torrens 2004, p. 174)



CAPÍTULO II. LOS USOS DEL CONCEPTO DE TELEOLOGÍA EN LA BIOLOGÍA SEGÚN ERNST MAYR Y FRANCISCO JOSÉ AYALA.

1. El pensamiento teleológico de Ernst Mayr.

Actualmente todavía se reconocen cuatro fenómenos o procesos teleológicos en la naturaleza, pero todos ellos pueden ser explicados por las leyes de la química y de la física, en tanto que una teleología cósmica, como la aceptada por Kant, no existe. (Mayr 2006, p.120)

En *Por qué es única la biología* (2006), Mayr indica que el concepto de teleología “tiene que ver con la explicación de los procesos naturales que parecen llevar automáticamente a un fin o meta definidos” (p. 40). De este modo, en la naturaleza inorgánica, asocia una finalidad automática de un objeto, porque refiere a un resultado de leyes físicas como la gravedad que determina el fin de una piedra suspendida en el aire, en consecuencia, denomina a la teleología del mundo físico como *proceso teleomáticos*. Por otra parte, en el mundo vivo, asocia el concepto de teleología en la intención del ser humano, lo que denomina *conducta deliberada*. (cf. Mayr 2006, 81-82). También asocia el concepto de teleología en ciertos procesos fisiológicos de los seres vivos, procesos que denomina como *teleonómicos* (Ibíd. 74-81), y, por último, a solo a una parte de lo entendido como adaptación, a los *roles biológicos* (cf. Ibíd. 82-84). A continuación, analizó los sentidos en que, según el pensamiento de Mayr, es correcto e incorrecto usar el concepto de teleología en biología.

1.1 Sistemas estacionarios.

Mayr admite a las adaptaciones como el resultado de la selección natural (Mayr 1992, 1998a, 1998b, 2006), pero no acepta el enfoque teleológico para hacer hipótesis acerca de las adaptaciones, porque considera a las adaptaciones como ‘sistemas estacionarios’ (Mayr 1998a, 2006). Esta concepción puede comprenderse, según mi punto de vista, a través de una distinción ontológica de lo que Mayr atribuye como adaptación (Mayr 1998a, p. 447), y según una aclaración metodológica-epistémica de los significados del término ‘adaptación’ dados por Mayr (Ibíd., pp. 445- 448).

En el ámbito ontológico, considero a la adaptación descrita por Mayr como aspectos estructurales, fisiológicos o de comportamiento (Mayr 1998a, p. 447). Aspectos que considerara como *estructuras facilitadoras* de la ejecución teleonómica, es decir, no son las *estructuras ejecutoras* del proceso o comportamiento teleonómico (Mayr 1998a, pp. 437-438). Relación que se puede analizar en el siguiente ejemplo:

La huida de un ciervo de un depredador carnívoro es facilitada por la existencia de órganos sensoriales muy evolucionados y por el adecuado desarrollo de músculos y otros componentes del aparato locomotor. (Mayr 1998a, p. 438)

Entonces, en el ejemplo sería correcto llamar a la *huida de un ciervo* como un comportamiento teleonómico, en cambio, a la existencia de *órganos sensoriales* y al desarrollo de *músculos*, sería correcto denominarlos adaptaciones funcionales que *facilitan* la información codificada en el programa que dirige el comportamiento teleonómico.¹⁶ De este modo y en el plano ontológico, Mayr considera a las adaptaciones como *estructuras facilitadoras* de la ejecución teleonómica.

¹⁶ En el ejemplo designé a un comportamiento como ‘teleonómico’ y anteriormente designé a un significado de adaptación como comportamiento, en consecuencia, es necesario hacer una distinción problemática. En principio y siguiendo el significado heurístico de ‘adaptación’, (que en líneas posteriores se explica) considero que un comportamiento será llamado como una ‘adaptación’, si tal comportamiento contribuye más que otro a la sobrevivencia y éxito reproductivo del ser vivo en cuestión. Por otro lado, un comportamiento será considerado como ‘teleonómico’ cuando sea estudiado por el biólogo como un objetivo que se debe a un programa biológico.

El ámbito metodológico-epistémico de las adaptaciones de Mayr, dice que no es posible explicarlas a través del concepto de teleología debido a una incompatibilidad de significados entre el término ‘adaptación’ y el de ‘teleología’. Mayr sostiene que el significado básico del concepto teleológico es que “representa un movimiento, un comportamiento o un proceso que se dirige hacia un objetivo” (Mayr 1998a, p. 445), y que dicho significado no se corresponde con el término biológico de adaptación, por dos razones. En primer lugar, porque adaptación es un término metodológicamente heurístico, es decir, “demanda una respuesta a la cuestión de en qué manera el carácter aumenta la probabilidad de sobrevivencia y la hace con mayor éxito que otro carácter alternativo imaginable” (Mayr 1998a, p. 447). En segundo lugar, y como fundamentación de que el término adaptación sea uno heurístico, se ha de considerar que el término ‘adaptación’ es una atribución del biólogo respecto a una concepción ontológica compleja, la del *mundo animado*, en donde si bien las entidades vidas responden a leyes del mundo inanimado, las físicas naturales, además son dirigidas por un movimiento que le es propio, el producido por los *programas genéticos* (Mayr 2006, p.118).¹⁷ Ahora bien, teniendo en cuenta esta concepción ontológica del mundo como animado, el ámbito epistémico del biólogo para el término adaptación no alude a algo que actualmente represente un comportamiento o un proceso dirigido a un objetivo. En otras palabras, no refiere a la búsqueda que Mayr considera *a priori*, sino más bien, en ser un resultado *a posteriori* (Mayr 2006, pp.82-83), es decir, en ser una “adecuación de una estructura de un organismo a su ambiente o forma de vida, como resultado de una selección ocurrida en el pasado” (1992 p. 177). Por lo tanto, Mayr entiende a las adaptaciones como *sistemas estacionarios*. Rasgos biológicos que asumen alguna función establecida, de ahí el término ‘sistema’¹⁸, las que en ocasiones pueden considerarse como *estructuras facilitadoras* de la ejecución teleonómica, pero que han de explicarse mediante la selección natural, es decir, como un resultado *a posteriori* en vez de *a priori*, de ahí el término ‘estacionario’.

¹⁷ Véase más adelante en el apartado 1.3 Procesos y comportamientos teleonómicos, p. 21.

¹⁸ Mayr (1998a) sostiene que el término ‘sistema’ implica una condición estática, en vez del término ‘proceso’ que implica una condición de movimiento. Por lo anterior asume en su definición de lo que es teleonómico, a aspectos que aluden a procesos en vez de sistemas (cf. p. 437).

1.2 Dos modos de interrogar a los seres vivos: causas últimas y próximas.

Anteriormente mencioné que Mayr (1998a, 2006) rechaza explicar a las adaptaciones mediante el concepto de teleología, debido a la incompatibilidad semántica entre el término ‘teleología’ y ‘adaptación’, de donde sugiere el término ‘sistemas estacionarios’, puesto que alude correctamente lo que significa el término adaptación, es decir, la existencia en los seres vivos de estructuras biológicas que contribuyen a la sobrevivencia de la especie, ya que se explican como el resultado de una selección natural ocurrida en el pasado. Ahora bien, Mayr (1998b) también argumenta que se debe entender a las adaptaciones con el término ‘sistemas estacionarios’, porque se corresponden con el modo de interrogar usado en disciplinas biológicas que agrupa con el rotulo de biología evolutiva.

El rotulo de *biología evolutiva*, es usado por Mayr para aludir disciplinas como la genética de poblaciones o la paleontología, donde la investigación de la adaptación se centra en intentar responder a la pregunta de ¿por qué? en un sentido anti teleológico, es decir, no asumiendo que la respuesta sostenga que la adaptación existe por su realización en el futuro, sino más bien, en el sentido de cómo ocurrió algo en el pasado. Entonces, el objetivo del biólogo evolutivo es “encontrar las causas de las características existentes en los organismos y en particular las adaptaciones que los organismos han sufrido a través del tiempo” (Mayr 1998b, p. 84). Objetivo que Mayr denomina, el conocimiento de las *causas últimas*: un trabajo metodológico de reconstrucción histórica, es decir, considerar que “el animal o planta o microorganismo con el que trabaja no es más que un eslabón en la cadena evolucionista del cambio de formas, [...] y que no hay casi ninguna estructura o función en un organismo que pueda ser entendido completamente a menos que se estudie tomando en cuenta su entorno histórico” (Ibíd.).

Por otro lado, Mayr (1998b) se refiere a disciplinas como la biología molecular o la anatomía funcional con el rotulo de *biología funcional*, en donde lo que importa es responder a ¿cómo funciona algo? Pregunta que deriva a la metodología del experimento, de donde el biólogo funcional pretende dar con su objetivo, el conocimiento de las *causas próximas*: conocer “la operación e interacción de elementos estructurales, desde moléculas hasta órganos e individuos completos” (Mayr 1998b, p. 83). Conocimiento que, como se verá a

continuación no es otra cosa que la decodificación de los programas biológicos en términos de lo que identifica como *teleonomía*, una redefinición de la tradición al concepto de teleología.

1.3 Procesos y comportamientos teleonómicos.

Mayr (1998a) dice que el término ‘teleonómico’ fue introducido al lenguaje científico de la biología por medio del biólogo británico Colin Pittendrigh (1958), en oposición del significado dado por Aristóteles al concepto de teleología. Ahora bien, Mayr (1998a) no considera específicamente su definición del término ‘teleonómico’ en oposición al sentido que dió Aristóteles a su cuarta causa: la causa final (Mayr 1998a, pp. 450-452, 2006, p. 65).¹⁹ En Mayr, lo teleonómico es más bien una definición que discrepa con el concepto de *teleología cósmica*, “el sentido de que los cambios en el mundo se debían a una fuerza interna o a una tendencia hacia el progreso y hacia una perfección cada vez mayor” (2006, p.84). Concepto que para Mayr (2006) contiene a la interpretación teleológica de Immanuel Kant de las adaptaciones, quien en su *Crítica del juicio* (1970) las explica como el significado de la mano de Dios (Ibíd. p. 82, 1998a pp. 452-455.). También a la teleología de Lamarck y los Ortogenetistas, quienes asumían que en la naturaleza viviente existe un esfuerzo o progreso intrínseco (ortogénesis) hacia la perfección (Ibíd. pp. 84-86). Por otra parte, Mayr tampoco asume que su término teleonómico tenga que ver con el hecho de que en el mundo físico también sea posible la atribución teleológica para ciertos objetos, atribución que por lo demás, redefine con el concepto de *procesos teleomáticos* para indicar que los procesos dirigidos a un fin en el mundo inanimado son verificados en forma automática, ya que están “regulados por fuerzas o condiciones externas, o sea por leyes naturales”, por ejemplo, el enfriado de un trozo de hierro caliente, un proceso dirigido a un fin determinado según la

¹⁹ Mayr sostiene una interpretación biológica actual del telos aristotélico distinta a la Pittendrigh, en gran medida, a la que se entiende en general como una teleología cósmica. Su interpretación es que el concepto aristotélico de *eidos* (causa eficiente) refleja la forma del organismo en desarrollo, lo cual refleja a su vez el *telos* terminal del adulto (causa final), en consecuencia, considera al *eidos* como una “fuerza motora inamovible” compatible con una descripción biológica actual, la del ADN, que actúa, crea forma y desarrolla, y no es modificada en el proceso. Por consiguiente, Mayr considera que Aristóteles fue el primero en hacer referencia a los programas teleonómicos (cf. Mayr 1998a, pp. 449-451, 2006, p. 65).

segunda ley de la termodinámica; o, cuando un objeto cae contra el suelo, un fin establecido según la ley de gravedad (cf. Mayr 2006, p. 72). En definitiva, la redefinición de Mayr al concepto de teleología responde actividades programadas:

Las conductas o los procesos teleonómicos son los que deben su dirección hacia objetivos al influjo de un programa desarrollado. El término teleonómico implica, entonces, la dirección de un proceso o actividad hacia una finalidad. Tiene que ver estrictamente con las causas finales. Éstas ocurren en el desarrollo celular y resultan sumamente conspicuas en la conducta de los organismos. (Mayr 2006, p. 74).

En consecuencia, el criterio de lo que Mayr considera como teleonómico radica en que el aspecto biológico aludido tenga un *objetivo programado*. De este modo, Mayr considera que el término ‘programa’ posibilita la comprensión de los aspectos biológicos dirigidos a un objetivo como partes de una *explicación causal científica*. Una explicación *causal*, porque en un contexto epistémico la existencia del programa se asume antes de la iniciación del proceso teleonómico, es decir, que debido a su prioridad temporal puede considerarse como *causa* del objetivo cumplido por el proceso o comportamiento teleonómico. Explicación causal que es *científica*, dado que la ontología del concepto de programa alude a algo material, no a una entidad metafísica (cf. Mayr 1998a, p. 442, 2006, p. 75).

En definitiva, Mayr (2006) dice que existen tres tipos de programas. Dos programas genéticos: uno *cerrado*, el cual se caracteriza por registrar completamente las instrucciones en el ADN, el que sería más común en los invertebrados superiores (insectos) e inferiores (las esponjas de mar, por ejemplo); y otro *abierto*, el cual registra instrucciones en el ADN, pero permite incorporar información adicional durante el transcurso de la vida, este sería el programa propio de los vertebrados. El tercer programa es el *somático*, el cual cumple con una singularidad: es originado por un programa genético, pero es independiente de un programa genético, porque su información no se encuentra en el núcleo de la célula, sino que puede encontrarse en el sistema nervioso central. En consecuencia, el inicio y direccionalidad a un objetivo de cualquier proceso o comportamiento teleonómico puede depender de alguno de los tres programas biológicos. Para ilustrar lo anterior, analizaré las siguientes afirmaciones que Mayr hace respecto de procesos y comportamientos como objetivos

cumplidos de algún programa biológico:

Este punto final podría ser una estructura (en desarrollo), una función fisiológica, el logro de una posición geográfica (en la migración) o un “acto consumatorio” (Craig, 1918) en la conducta. (Mayr 2006, p. 75)

Entonces, sobre los objetivos cumplidos descritos como *estructura y función fisiológica*, pienso que cualquiera de los dos programas genéticos podría ser el responsable, ya que cualquiera de ellos puede ser la causa de un proceso que desarrolla una estructura o de un proceso fisiológico. En cambio, del objetivo cumplido descrito como *el logro de una posición geográfica*, pienso que el programa responsable es genético y abierto, porque el logro de una posición geográfica puede variar durante el transcurso de la vida en organismos como las avispas solitarias, que a diferencia de las avispas sociales que se valen de una abeja reina de donde el logro de la posición geográfica se determina con la colmena, pueden asentarse cuando elaboran celdas de barro en los árboles, en las paredes o en agujeros de madera (cf. Mayr 2006, p. 78). Por último, del objetivo cumplido descrito como *un acto consumatorio*, supongo la responsabilidad a un programa somático, porque dicho comportamiento puede ser identificado, por ejemplo, en la parada nupcial del pavo real macho ante la hembra, comportamiento que no es orientado desde el ADN, sino más bien, desde el sistema nervioso central (cf. Mayr 2006, p. 78).

1.4 El sentido teleonómico de los roles biológicos de una adaptación.

En el presente apartado considero que el pensamiento de Mayr sobre las adaptaciones esconde un sentido teleonómico que se asocia con el concepto de *función*. Ahora bien, para Mayr (2006) el concepto de función tiene dos usos en biología: puede usarse para describir a un *proceso fisiológico*, y para describir uno o varios *papeles o roles biológicos* de un *rasgo adaptativo*. Escribe el siguiente ejemplo:

Las patas de un conejo tienen la función de locomoción [...] pero el papel biológico de esta facultad puede ser escapar de un predador, desplazarse hacia una fuente de alimento, encaminarse a un hábitat propicio [o] discurrir en busca de una pareja. (Mayr 2006, pp. 69-70)

De esta manera, el concepto de función como *proceso fisiológico* se describe en el ejemplo a través del proceso fisiológico de la locomoción en las patas del conejo. Aspecto que corresponde al ámbito de la biología funcional, ya que la importancia radica en responder al cómo ocurre la locomoción del conejo a través de sus patas, es decir, a una búsqueda de las causas próximas que culmina en una explicación teleonómica, puesto que la búsqueda comienza analizando al sistema muscular que permite el movimiento de la musculatura hasta la traducción de relaciones fisicoquímicas encapsuladas en el programa genético del conejo, que es en definitiva, de donde dicha función se encuentra determinada.

Por otra parte, el concepto de función como *roles biológicos* se describe en el ejemplo, primeramente, mediante el rasgo *patas* que en el conejo refiere a una adaptación, de ahí el término ‘adaptativo’. Pero, en mayor medida, mediante los *roles biológicos* del rasgo adaptativo, es decir, alude a las posibles utilidades de las patas del conejo como el escapar de un predador o desplazarse hacia una fuente de alimento.

Ahora bien, aparte de distinguir mediante el concepto de función a los roles biológicos de una adaptación, también los distingue en cuanto a su explicación. Puesto que, la explicación de las adaptaciones es proporcionada mediante una búsqueda de las causas últimas, donde no es válida una explicación teleológica o teleonómica, ya que los rasgos adaptativos son el resultado de selección natural ocurrida en el pasado de la historia evolutiva de las especies. (Mayr 2006, pp. 69-70). En cambio, y debido a que admite un análisis teleonómico de los *roles biológicos* (Mayr 2006, p. 70), se puede inferir que para estos admite

una explicación teleonómica. Dado que:

Una de las características de los rasgos adaptativos es que pueden llevar a cabo actividades teleonómicas. Son por así decirlo, órganos ejecutivos de los programas teleonómicos. Por lo tanto, he propuesto (Mayr 1988) que quizás podrían ser considerado como programas somáticos. (2006, p. 83)

Entonces, supongo que además de asumir Mayr a los procesos fisiológicos como teleonómicos porque devienen de programas genéticos (cf. 2006, pp.74-78), también serán teleonómicos los roles biológicos de una adaptación al ser una respuesta de un programa somático.²⁰

En consecuencia, ante el fenómeno biológico de la adaptación, Mayr entendería que, por una parte, es necesario usar el término teleonómico cuando se alude a la función de una adaptación, es decir, a los *roles biológicos*, y considero que justifica esta acción mediante el término ‘programa somático’, Y, por otra parte, entiende que no se debe usar el término ‘teleonómico’ o ‘teleológico’ cuando se aluda a la *adaptación* sin apelar a su función, es decir, como sistema estacionario.

No obstante, si se acepta en enunciados adaptacionales a los términos: ‘adaptación’ y ‘roles biológicos’; ocurre un problema. Dado que, para Mayr los enunciados adaptacionales no implican teleonomía, simplemente expresan la conclusión de que un carácter dado, ya sea estructural, fisiológico o conductual, es producto de la selección natural, y que, por ello, se favorece la perpetuación del genotipo responsable de tal carácter (cf. Mayr 1998a, p. 447).

Ahora bien, y a mi modo de ver, se puede solucionar el problema anterior si atendemos a la distinción dada por Elliott Sober a los términos ‘adaptación’ y ‘adaptativo’ (1996, p. 146). Sober define el término ‘adaptativo’ como un rasgo que en la actualidad proporciona ventaja en eficacia. Por otra parte, sostiene que el término ‘adaptación’ trata sobre un rasgo que existe en la actualidad debido a un proceso pasado de selección natural, por ejemplo:

²⁰ Recordemos que la clave para designar un proceso o comportamiento como teleonómico, es que proceda de un “programa” y que éste puede ser de tres tipos: genético cerrado, genético abierto, o somático. (Mayr, 1998a; 2006)

La característica c es una adaptación para realizar la tarea t en una población, si y solo si los miembros de esa población poseen c en la actualidad porque, ancestralmente, hubo selección para poseer c y c confirió una ventaja en eficacia porque realizaba la tarea t . (Sober 1996, p. 145)

Entonces, es posible explicar por selección natural a ambos fenómenos, si se asume que describen distintos estadios temporales en la historia de un rasgo. Así, el término ‘adaptación’ describe el cómo llego hasta aquí, en cambio, el término ‘adaptativo’ describe qué significado tiene para los organismos que lo poseen en la actualidad, independientemente de si otorga ventaja en eficacia. Por ejemplo:

Supongamos que las alas han evolucionado en algún linaje porque facilitan el vuelo. Esto significa que las alas son adaptaciones para el vuelo. El medio puede cambiar después, de modo que el vuelo resulte perjudicial -por ejemplo, porque aparezca un nuevo predador especializado en predación aérea. Aun en este caso el ala sigue siendo una adaptación para el vuelo, aunque en la actualidad el vuelo reduzca la eficacia del organismo. (Sober 1996, p. 146)

De esta manera, las adaptaciones entendidas por Mayr como sistemas estacionarios significan lo que Sober entiende como adaptación, una respuesta mediante la selección natural al cómo llego hasta aquí tal rasgo, independientemente de si en la actualidad el rasgo otorga ventaja en eficacia, es decir, de si puede considerarse como ‘adaptativo’. En definitiva, según esta perspectiva las adaptaciones existen debido a que en los primeros tiempos de la especie otorgaba ventaja en eficacia.²¹ No obstante, asumir en esta concepción histórica a los términos adaptación y adaptativo, no soluciona el problema teleonómico de Mayr asociado en sus términos adaptación y roles biológicos, puesto que se continúa entendiéndolos como enunciados adaptacionales.

²¹ Desde esta perspectiva, la concepción de las adaptaciones como sistemas estacionarios, parece ser análoga al enfoque etiológico del concepto de función defendido por el filósofo Larry Wright: a) X está ahí porque hace Z, b) Z es una consecuencia (o resultado) de que X esté ahí. (Wright, 1973, p. 161). Es decir, que X está ahí no porque haga Z en el organismo presente, sino porque hacia Z en sus ancestros. (cf. Diéguez 2012, p. 167-170). No obstante, como mencione en un principio de este apartado, Mayr solo asocia a los roles biológicos según el concepto de función.

Ahora bien, si se rechaza la idea de que ambos términos solo describen a distintos estadios temporales de una misma historia evolutiva de un rasgo, es posible suponer explicaciones distintas para cada término, como infiero del siguiente caso:

Las tortugas de mar usan sus patas delanteras para excavar en la arena agujeros donde depositar sus huevos. Las patas resultan útiles para esta tarea, pero no son adaptaciones para excavar nidos. La razón es que las tortugas de mar poseían patas mucho antes de que ninguna tortuga saliera del mar para construir nidos en la playa. (Sober 1996, p.145)

Entonces, por una parte, el rasgo *patas delanteras*, se identifica con el término ‘adaptación’ en base a que cierto proceso de selección tuvo lugar en el pasado (cf. Sober 1996, p. 146). Por otra parte, la función de las patas delanteras: *excavar nidos*, se identifica con el término ‘adaptativo’ al ser una función que en actualidad de la misma especie proporciona ventaja en eficacia, en consecuencia, puede ser explicado por otro mecanismo evolutivo que no sea la selección natural, como la *biótica*, es decir, por la flora y la fauna de una región determinada en donde mediante la interacción entre organismos resultan cambios en la estructura de un rasgo o en su fisiología. En otras palabras, la función de un rasgo puede ser explicado como el resultado de la mediación directa de un cambio ecológico. Un ejemplo sería el ya nombrado hedor de un insecto que puede resultar beneficioso frente a una especie depredadora de pájaros que ha comenzado a colonizar esa región, ya que la ventaja producida por el hedor del insecto es explicada por el resultado de su metabolización de algún veneno presente en el ambiente de la región (cf. Caponi 2002, p. 74).

De este modo, considero que el término ‘roles biológicos’ ya no forma parte de enunciados adaptacionales si se identifica con el término ‘adaptativo’, puesto que lo adaptativo admite una explicación mediante algún mecanismo distinto al de la selección natural, de donde finalmente algún programa somático puede incurrir y así también se puede llegar a usar el término teleonómico ante la función de una adaptación.

2. El pensamiento teleológico de Francisco José Ayala.

Es obvio que teleología significa siempre finalidad, pero: es necesario clarificar la noción de teleología con la explicación de los varios sentidos que el término puede tener. Se debe explicar expresamente en qué sentido se usa el término en un contexto particular. (Ayala 1970, p. 14)

Ayala escribe que un objeto o proceso télico, y por lo tanto teleológico, refiere a una manifestación de *diseño* o cuando está *dirigido hacia un determinado fin* (1998, p. 495). En un examen anterior (1970), se refiere al concepto de teleología como una consecuencia de la evolución del ser humano, específicamente como el resultado de la capacidad reflexiva de anticipar las circunstancias relacionadas con sus propias acciones voluntarias, de donde el ser humano concibió al resultado de sus acciones como el propósito hacia el cual se dirige su actividad. Dicho de otra manera, el ser humano consideró que futuros eventos son agentes activos en su propia realización, una forma apriorística y no empírica de explicar los fenómenos materiales. De este modo, nace la doble referencia para un objeto o un proceso télico, ya sea como *diseño*; o, *dirigido hacia un determinado fin*. Un ejemplo de un proceso dirigido hacia un determinado fin, sería cuando una persona lee un libro, ya que la lectura de un libro tiene como *propósito* ampliar conocimientos, un fin que efectivamente se cumple al terminar de leer el libro pero que desde un comienzo es anticipado. Por otra parte, un ejemplo para los casos de *diseños* sería el de un cuchillo donde a pesar de que nunca se utilice para cortar, anticipadamente se sabe que está hecho para cortar. En consecuencia, la doble referencia teleológica puede resumirse en la capacidad de consciencia o de intención humana, que ha sido extendida para describir aspectos biológicos que exhiben, según esta capacidad, una orientación hacia un cierto fin. Dicho de otra manera, el concepto de teleología refiere a un método de intelección respecto a ciertos aspectos biológicos (cf. Ayala 1970, 1998).

Ahora bien, además de considerar el concepto de teleología como una capacidad reflexiva del ser humano en cuanto especie, también entiende que ha estado constreñido por el contexto cultural de las épocas. Así, en la época medieval y gran parte de la edad moderna, el concepto de teleología era atribuido como una extensión a los aspectos biológicos desde

un agente externo al ser humano: *Dios*. Sin embargo, asume que es con Darwin (1859) donde se logra entender que el concepto de teleología trata de una extensión apriorística del ser humano sobre aspectos biológicos, y que dicha extensión contribuye a la comprensión del principio de la selección natural, negando así que lo teleológico se deba a la *consciencia* de un *agente externo* (Ayala 1970, pp.1-2). En otras palabras, las del Dr. español Diego Cano (2002, p. 155), quien en su estudio sobre el concepto de teleología tenido por Ayala cita al filósofo español Ignacio Falgueras (1988), en donde la teleología de Ayala es comprendida como *causalidad final natural*; en contraste de la teleología tenida por la concepción antropológica-teológica como *fin o intención* (espíritu):

El rendimiento que obtiene la vida orgánica no es un rendimiento de nuevos medios, o sea, un proceso de mediación como la humana, sino que su rendimiento es *final*: el rendimiento de la vida orgánica es *ella misma*, es decir, el rendimiento y la multiplicación. La vida orgánica no consiste en un proceso de mediación sino en un *sistema de fines*. (...) Es corriente confundir la causalidad final, que no es *espíritu* ni *fuerza* oculta alguna sino la más alta de las causalidades físicas, con el fin como destino, que sí es propio y exclusivo de los espíritus (...) La propia ciencia actual, a medida que va desembarazándose de sus propios prejuicios deterministas, materialistas y mecanicistas, está recuperando poco a poco, aunque no sin recelos y cautelas, pero al fin recuperando, la noción de finalidad causal o *telos* por respeto a la realidad evidente de la vida orgánica y del mundo físico. (Falgueras 1988, p. 118)

En consecuencia, es a partir de la noción de finalidad causal o *telos*, que Ayala (1970, 1998) comprende el concepto de teleología en una explicación sobre aspectos biológicos, y según este sentido, la explicación teleológica de Ayala coincide con el *telos* Aristotélico, no en que sea la explicación teleológica aplicable tanto a lo orgánico como a lo inorgánico, puesto que el mismo Ayala considera a dicho sentido absoluto como el gran error de Aristóteles (cf. Ayala 1970, p. 14). Sino más bien, en el sentido de *telos* como ‘esencia’, es decir, en sostener que lo que hace que una *explicación* de un *componente biológico* en un sistema biológico sea *teleológica*, es que dicho componente tenga la cualidad de contribuir a mantener un estado específico del sistema, el hecho de que no puede faltar, ya que su ausencia anularía el estado específico del organismo como sistema. (cf. Ayala 1998, p. 496, 1970, p. 8; Cano 2002)

2.1 Las categorías de Ayala para el concepto de teleología.

El biólogo español delimita el concepto de teleología en tres categorías, en base a sostener que para una aclaración del concepto “se debe explicar expresamente en qué sentido se usa el término en un contexto particular” (Ayala 1970, p. 14). De este modo, en el contexto humano usa el concepto de teleología como ‘teleología externa o artificial’, una categoría que refiere a cuando el estado final o meta es anticipado de forma consciente por el ser humano. Por ejemplo, ante una acción humana como comprar un boleto de avión a México, o escoger un lápiz para escribir sobre el concepto de teleología. Categoría que también se exhibiría en los animales no humanos como cuando un ciervo huye de un león a la montaña o cuando un pájaro construye un nido. Otra categoría, es la de ‘teleología interna’, donde se agrupan a dos sistemas de autorregulación capaces de mantener una propiedad específica a pesar de las fluctuaciones del medio ambiente, al sistema de homeóstasis de desarrollo ejemplificado en el desarrollo de un cigoto a adulto (ontogenia), y al sistema de la homeóstasis fisiológica que se ejemplifica en la regulación de la composición sanguínea por los riñones. Bajo esta misma categoría entiende a los sistemas autorreguladores o servomecanismos fabricados por el ser humano, como lo es un termostato al demostrar un funcionamiento parecido al del organismo. No obstante, reconoce que estos sistemas mantienen una diferencia importante con los sistemas de autorregulación del organismo, en cuanto a ser productos de la *intención* del ser humano en vez de ser productos de la selección natural. Por último, comprende con la categoría de ‘teleología natural’, a las estructuras anatómicas como la mano, y fisiológicas como el ojo, donde se exhibe el diseño de la selección natural para realizar alguna función, en el caso de mano: sostener, y en el caso del ojo: ver. (cf. Ayala 1968, pp. 214-215, 1970, p. 9)

Ahora bien, en el contexto biológico, Ayala (1970) sostiene que la explicación teleológica corresponde a dos aspectos del mundo vivo. Los sistemas biológicos autorregulados entendidos en la categoría de ‘teleología interna’. Y a las funciones de estructuras anatómicas y fisiológicas diseñadas por la selección natural entendidas en la categoría de ‘teleología natural’. Categorías que en suma aluden a las adaptaciones biológicas, y dado que refieren aspectos que carecen de intención humana y divina, pasan a ser predicadas como *naturales*, y reagrupadas en una doble categorización. La de ‘teleología

natural determinada' para el caso de la *teleología interna* al ser los sistemas autorregulados actividades cumplidas casi en su cien por ciento, de ahí el término 'determinada'; y en 'teleología natural indeterminada' para los casos de la *teleología natural* donde el término 'indeterminado' refiere en que, por ejemplo, a pesar de tener las aves alas, en donde lo teleológico es la función de volar y, a través de ello, contribuir a la sobrevivencia de la especie y al éxito reproductivo, no es un objetivo seguro a concretarse debido a las adversidades del hábitat, o, en términos evolutivos debido a 'presiones selectivas'. (cf. Ayala 1970, 1998). De este modo, el concepto de adaptación en Ayala, puede distinguirse en dos modos, en cuanto a un funcionamiento interno en los organismos explicado mediante el concepto de *teleología natural determinada*; y según un funcionamiento externo de las estructuras de organismos explicado mediante el concepto de *teleología natural indeterminada*, en donde para ambos casos "la función o utilidad ha de ser esencial y no simplemente accidental para que contribuya al estado del sistema" (Cano 2002, pp. 158-159),²² y, la existencia de las funciones se explica siempre como resultados del principio de la selección natural. Por lo anterior, comparto con Diego Cano (2002, pp. 167-172), que la explicación de la adaptación mediante el concepto de teleología en Ayala es una explicación esencialista como la de Aristóteles, pero solo aplicable a lo orgánico:

Las explicaciones teleológicas son aquellas que dan cuenta de la existencia de una característica determinada en un sistema al demostrar la contribución de dicha característica a una propiedad o estado específicos del sistema. Las explicaciones teleológicas requieren que la característica o comportamiento contribuya a la existencia o al mantenimiento de cierto estado o propiedad del sistema. Más aún, y éste es precisamente el componente esencial del concepto,

²² Considero que, un examen más a fondo de la atribución esencialista de la explicación teleológica de Ayala puede llevarse a cabo de dos maneras, si se entiende que el concepto de esencia en Aristóteles significa: sustrato *material*, es decir, el aspecto ontológico, y sustrato *formal*, es decir, la definición del sustrato material, el aspecto gnoseológico. Entonces, y, en primer lugar, se podría entender que los componentes biológicos (células) en un sistema biológico sería una referencia a la esencia *material*, ya que sin dicho componente el sistema (sustancia) no logra constituirse (cf. Física, libro I, cap. VII 190 b1; *Acerca de la generación y la corrupción*, libro II, cap. IX, 335 b3). Ahora bien, la intelección del ser humano sobre un sistema biológico sería de acuerdo al *funcionamiento* de los componentes biológicos (materia como sustrato), y este funcionamiento sería en definitiva un proceso que cumple ciertos fines, en otros términos, la explicación teleológica de la función de un sistema biológico sería una aprehensión de la esencia material a través de la esencia *formal* (cf. *Acerca de la generación y la corrupción*, 335 b8; *Metafísica*, libro IV, cap. V 1010 a25).

dicha contribución *ha de ser la razón de la existencia de la característica o del comportamiento*. (Ayala 1998, p. 496, 1970, p. 8)

2.2 El doble sentido ‘teleológico’ de la selección natural.

A parte delimitar el concepto de teleología en categorías y asociarlo con la adaptación, también considera que la selección natural es un proceso teleológico en dos sentidos:

En primer lugar, la selección natural es un proceso dirigido a un fin [end-directed], mecánico, lo que se traduce en una mayor eficacia reproductiva. [...] En segundo lugar, la selección natural es teleológica en el sentido de producir y mantener a órganos y procesos dirigidos a un fin cuando la función o estado final [end-state] servido por el órgano, o proceso contribuye a la aptitud [fitness] reproductiva de los organismos. (Ayala 1968, p. 217, 1970, p. 10) (Trad.)

Respecto al primer sentido, considero una doble justificación. En principio, a través del concepto de *mecánico*, de donde cabe sostener que el sentido teleológico asociado a la selección natural no es metafísico sino científico, ya que con este concepto rechaza a la explicación de la adaptación según la teoría del *diseño inteligente*, al indicar que “la selección natural fue el gran descubrimiento de Darwin que hace posible explicar científicamente la teleología del mundo viviente” (Ayala 1998, p. 509).²³ Además, este concepto es usado en

²³ El sentido científico de asociar a la selección natural con el concepto de teleología, puede ser también comprendido en la siguiente cita: “Antes de 1859, el año en que Darwin publicó *El origen de las especies*, la adaptación de los organismos era aceptada como un hecho sin ninguna explicación de su origen, o más frecuentemente, se atribuyó al diseño omnisciente del Creador. Dios había dado alas a los pájaros para que pudieran volar, y le había proporcionado al ser humano riñones para regular la composición de su sangre. Para Paley, la naturaleza viva es una manifestación de la existencia y sabiduría del Creador. En *El origen de las especies*, Darwin acumuló una cantidad impresionante de observaciones que apoyan el origen evolutivo de los organismos vivos. Además, y quizás lo más importante, proporcionó una explicación causal de la evolución: la teoría de la *selección natural*. El principio de la selección natural, como Darwin lo vio, hace posible una explicación natural de la adaptación de los organismos a su entorno. Con *El origen de las especies*, el estudio de adaptación, el problema del diseño en la naturaleza entró completamente en el dominio de la ciencia natural (...). La teleología de la naturaleza podría ahora ser explicada, en principio, como el resultado de leyes naturales que se manifiestan en procesos naturales, sin recurrir a un Creador externo o espiritual. En ese momento, la biología llegó a la madurez como ciencia” (Ayala 1970, pp. 1-2).

biología como rechazo de otra explicación metafísica, la explicación *vitalista* de procesos biológicos.²⁴ Desde esta perspectiva también se asocia la selección natural mediante el concepto de *revolución darwiniana*, donde se asume que el cambio en los seres vivos en términos paralelos al dado por la revolución copernicana, es decir, que los seres vivos pueden ser explicados como consecuencias de leyes inmanentes, sin necesidad de postular la presencia de seres sobrenaturales (Cela y Ayala 2001, pp. 23-24). Por otra parte, considero una segunda justificación a través del pensamiento de Sober (1996) sobre el concepto de *ciclo vital idealizado*, y respecto a dos maneras en que la selección natural se manifiesta en dicho ciclo.

El concepto de ciclo vital idealizado alude a dos etapas de la existencia de los organismos. La primera etapa refiere al crecimiento de los organismos a partir del estado de huevos (zigotos) hasta la edad adulta. La segunda etapa refiere a la reproducción de los organismos en donde se constituye la siguiente generación de zigotos. Sin embargo, el ciclo vital no siempre es ideal, ya que los organismos pueden tener distintas probabilidades de alcanzar la edad adulta, incluso una vez que la han alcanzado, pueden gozar de distintos grados de éxito reproductivo. Además, no siempre es un ciclo ideal, ya que la selección natural no siempre es el único factor que actúa en una población. Por consiguiente, el ciclo vital será idealizado, cuando los organismos logran sobrevivir y reproducirse, y, si logren heredar los rasgos ventajosos a las crías. De este modo, cabe afirmar que la selección natural se manifiesta en dos instancias: viabilidad y fertilidad. Se manifiesta como viabilidad cuando explica la primera etapa del ciclo vital, puesto que, lo que está en crecimiento es un resultado de una selección natural, es decir, una adaptación. Y, se manifiesta como fertilidad, cuando explica la segunda etapa del ciclo vital, preservar las características ventajosas, es decir, las que ayudaron a sobrevivir a los progenitores (cf. Sober 1996, pp. 105-106). Ahora bien, todo lo anterior debe comprenderse teniendo en cuenta la realidad de los organismos que bien describe Darwin (1859) como de una lucha por la existencia (Darwin 1859), ya que, de este

²⁴ Respecto a la explicación vitalista, por ejemplo, antes de que se conocieran las bases físicas de la respiración, era posible sugerir que los organismos son capaces de respirar solo porque están animados por un principio vital inmaterial, llamado *élan vital* (término de Henri Bergson) o *entelequia* (término aristotélico usado por Hans Driesch) (cf. Sober 1996, p. 52).

modo, se acepta que la teoría de la selección natural otorga un conocimiento previo acerca de la existencia de los organismos, según el concepto de ciclo vital idealizado.

Entonces, argumento que cuando Ayala sostiene que, “en primer lugar, la selección natural es un proceso dirigido a un fin [...] lo que se traduce en una mayor eficacia reproductiva” (1970, p.10). Está aludiendo a la primera parte del ciclo vital idealizado, donde ocurre la *viabilidad*, una manifestación de la selección natural que puede comprenderse como teleológica en cuanto a permitir el crecimiento del cigoto al adulto, ya que lo que está en crecimiento es un resultado de la selección natural, es decir, una adaptación.

Respecto al segundo sentido en que la selección natural es un proceso teleológico, también lo justifico mediante el concepto de ciclo vital idealizado y de la implicancia de la selección natural se manifiesta en dicho ciclo. Específicamente, lo justifico a través del segundo modo en que la selección natural se manifiesta en ciclo vital de los organismos, es decir, respecto a la fertilidad que es asociada a la segunda parte del ciclo vital idealizado, que trata de la reproducción de los organismos en donde se constituye la siguiente generación de cigotos. Entonces, considero que cuando Ayala escribe que “la selección natural es teleológica en el sentido de producir y mantener a órganos y procesos dirigidos a un fin cuando la función o estado final [*end-state*] servido por el órgano [*end-directed*], o proceso contribuye a la aptitud [*fitness*] reproductiva de los organismos” (1970, p.10). Lo que quiere especificar es que la selección es un proceso teleológico en el sentido de cumplir con la segunda parte del ciclo vital de un organismo, con la preservación de las adaptaciones de generaciones futuras, un nivel genético, que refiere a los conceptos de la biología contemporánea: aptitud, éxito reproductivo o la heredabilidad, mencionado en el primer capítulo (Sober, 1996).

Por último, si bien Ayala explica a las adaptaciones por medio del principio de la selección natural, comprende su acción en el mundo vivo a través del concepto de utilidad (cf. Cano 2002, p. 162). De este modo, es por medio de las adaptaciones que se expresa el doble sentido teleológico de la selección natural en un ciclo vital idealizado de los organismos, ya sea en cuanto a la utilidad en viabilidad del cigoto hasta ser un organismo

adulto, o, en el hecho de ser lo que hereda a prole. Según esta perspectiva, el sentido teleológico de la selección natural se opone al concepto de azar, y es análogo al de un pintor:

El papel creativo de la selección natural no se debe entender en el sentido de la creación <<absoluta>> que la teología cristiana tradicional predica del acto divino por el cual el universo fue creado *ex nihilo*. La selección natural puede más bien ser comparada con un pintor que crea un cuadro mezclando y distribuyendo los pigmentos sobre el lienzo de diversas maneras. El lienzo y los pigmentos no son creados por el artista, el cuadro sí. Es concebible que una combinación azarosa de pigmentos o piedras pudiese dar como resultado un todo ordenado como lo son una obra de arte o un edificio. Pero la probabilidad de que el Guernica de Pablo Picasso o el magnífico Museo Guggenheim diseñado por Frank Ghery, hayan resuelto de combinaciones al azar de varios materiales, es infinitamente pequeña. Del mismo modo, la combinación de unidades genéticas que portan la información hereditaria responsable de la información de un ojo de vertebrado no se habría podido producir jamás simplemente por un proceso al azar como el de la mutación- ni siquiera si consideramos los más de tres mil millones de años de existencia de la vida en la tierra. La complicada anatomía del ojo, lo mismo que el funcionamiento exacto del riñón es el resultado de un proceso que no es al azar: la selección natural. (Ayala 2013, p. 48)

CAPÍTULO III CONSECUENCIAS DEL LENGUAJE TELEOLÓGICO EN LA CONCEPCIÓN DE LA BIOLOGÍA DE ERNST MAYR.

En mis escritos me he referido a los fundamentos filosóficos del pensamiento de Darwin, y lo he llamado uno de los más grandes filósofos. Este no es un punto de vista ampliamente aceptado. Aunque fue uno de los más grandes filósofos de todas las épocas, su filosofía de la biología difiere de manera tan fundamental de las filosofías basadas en la lógica, la matemática y las ciencias físicas que su naturaleza filosófica fue tradicionalmente omitida. (Mayr 2006, p. 125)

1. Mayr y su teleonomía en vez de teleología, un recurso epistémico para la autonomía científica de la Biología.

¿Por qué no usar el término ‘teleológico’ para explicar las adaptaciones? Porque se estaría contradiciendo más allá de un sentido literal del término, a la empresa epistemológica de Mayr (2006): explicar a la biología como una ciencia autónoma que puede tener semejanzas con la física o la química, pero que es única por varias razones. En definitiva, la contradicción epistemológica comienza si se asocia a la adaptación con una interpretación teleológica, porque aquello revive a las siguientes ideas fisicalistas: determinismo, esencialismo y reduccionismo (cf. Mayr 2006, pp. 43-46), las que, en su conjunto, restan autonomía científica a la biología moderna.

La relación se da, en primer lugar, porque admitir a las adaptaciones como teleológicas sería asumirlas dentro de una explicación de procesos *determinados*, puesto que al estar dirigidas a un fin tendrían un desenlace determinado. En consecuencia, las adaptaciones podrían ser explicadas por leyes naturales a cabalidad. Pero tal consideración no se corresponde con la biología que nace de la síntesis moderna. Ya que, asumir un determinismo en las adaptaciones es omitir un estudio para una cuestión indeterminada como las *variaciones*, debido a que no son posibles de explicar mediante leyes estrictas. Entonces, si se niega a las variaciones no puede haber selección natural, porque ellas son el material de la selección. En consecuencia, no se podrían explicar a las adaptaciones por selección natural (Mayr 2006, p. 44).

Tras asumir un determinismo, el siguiente paso sería pensar que las variaciones son asuntos accidentales que no aluden a entidades reales. Es decir, se estaría asumiendo un *pensamiento tipológico o esencialismo* (cf. Sarmiento 2009, pp. 228-232). Mayr explica el pensamiento tipológico o esencialista a través de la figura geométrica del triángulo. Dice que al poseer los triángulos las mismas características fundamentales y al distinguirse netamente de los cuadrados o cualquier otra figura geométrica, algo intermedio entre el triángulo y un cuadrado sería inconcebible (Mayr 2006, pp. 43-44). Ahora bien, asumir un esencialismo para las adaptaciones nuevamente sería desatender el trabajo de Darwin (1859), puesto que Darwin rechazó el esencialismo a través del *pensamiento poblacional*, es decir, “la concepción de que en las poblaciones biológicas de organismos que se reproducen sexualmente todo individuo es único” (Mayr 2006, p. 272, 1968; Sober 2004; Sarmiento 2009, pp. 305-317).

Por último, del aceptar un esencialismo para el mundo vivo, se seguiría explicar y comprender los aspectos del mundo vivo mediante un *reduccionismo explicativo*, una metodología fisicalista que entiende que una explicación científica válida se obtiene si se llega hasta las propiedades fisicoquímicas mínimas del aspecto que se está analizando (Mayr 2006, p. 99). Pero, no sería posible admitir un reduccionismo explicativo para los fenómenos de la biología porque son *fenómenos complejos*, es decir, presentan propiedades emergentes que restan poder explicativo al reduccionismo (Mayr 2006, pp. 46-47 y 101-105). En consecuencia, el biólogo indaga en la metodología que más se atenga al fenómeno en cuestión, al de las causas próximas o las últimas, porque en ellas la complejidad es mejor abordada que por un reduccionismo exagerado (cf. Mayr 1988, 1998a, 1998b; 2006). Por consiguiente, asumir a las adaptaciones como teleológicas conllevaría a la aniquilación del proyecto de Mayr, explicar a la biología como una ciencia autónoma.

1.1 Fundamento conceptual para aceptar la autonomía científica de la biología.

Si se pregunta ¿en qué recae la autonomía científica de la biología respecto a la física y a la química? La respuesta obedece según el biólogo alemán a dos razones. Porque la biología posee conceptos específicos que le son propios, por ejemplo: selección natural, especiación, filogenia y meiosis. La segunda razón dice que en la biología es posible explicar a los fenómenos mediante una causación dual, es decir, a través de leyes naturales que son comunes en física y química; y por medio de las relaciones encapsuladas en los programas biológicos, causación que sería propia de la biología (cf. Mayr 2006, pp. 46-57).

Ahora bien, de la autonomía conceptual de la biología se rechazan a las ideas fisicalistas del determinismo y del pensamiento tipológico basado en un esencialismo. Específicamente, a través del concepto de adaptación, selección natural y biopoblación. Como mencioné en el Capítulo Segundo, para Mayr el concepto de adaptación se utiliza para discriminar cuándo operó el proceso de la selección natural (cf. Mayr 1998a, p. 447). Donde el concepto de selección natural alude al mecanismo de cambio evolutivo (cf. Mayr 2006, p. 144). En síntesis, tanto ‘adaptación’ como ‘selección natural’ refieren a una complejidad en el mundo vivo, esto es, que los fenómenos en estudio son *sistemas vivos complejos*, a diferencia de ser entendidos como objetos fijos según la idea fisicalista del *determinismo* físico. Por otra parte, el concepto de biopoblación refiere a dos niveles de lo vivo: al individuo en particular y a las poblaciones. El primer nivel alude a que “cada individuo es único, en tanto que el valor medio estadístico de una población constituye una abstracción. No hay dos individuos idénticos entre los seis millones de seres humanos” (Mayr 2006, p. 47). En segundo nivel alude a que “las poblaciones en conjunto no difieren por sus esencias sino sólo por los valores medios estadísticos. Las propiedades de las poblaciones varían de una generación a otra de modo gradual” (Ibíd.). Por consiguiente, el concepto de biopoblación asume en su sentido individual a las *variaciones*, con lo cual niega el pensamiento tipológico o esencialista.

Respecto a la segunda característica por la cual la biología es para Mayr (2006) una ciencia única. Primeramente, se dijo en el primer capítulo, que la importancia de la noción de programa biológico refiere en ser el criterio para designar a fenómenos biológicos como

teleonómicos. Ahora bien, a esta relación teleonómica Mayr (1998a, 1998b, 2006) también la considera como una relación de causalidad, en donde un programa biológico actúa como agente causal de los procesos o comportamientos fisiológicos que son considerados como efectos. A propósito, considero que la causación de los programas biológicos puede apreciarse tanto en la biología funcional como en la evolutiva. Porque, a pesar de que el enfoque en cada ámbito sea temporalmente diferente (causas próximas y causas últimas), ambas aproximaciones tratan de decodificar la información contenida en un programa biológico. Así, la biología funcional estudia la causación propia de los *programas genéticos* cerrados o abiertos, a través de los fenómenos teleonómicos. Ahora bien, cabe suponer que en biología evolutiva también se puede analizar a un programa genético mediante el estudio de la genética de poblaciones y, de manera más propia, suponer a un estudio de la causación de un *programa somático* mediante el análisis que realiza el naturalista sobre los roles biológicos de una adaptación (cf. Mayr 2006, p. 75)

Respecto a la causación que deviene de leyes físicas y químicas, Mayr asume un valor epistémico menor en la biología, porque no serían tan necesarias para la formación de teorías (Mayr 2006, p. 45). Ahora bien, respecto al trabajo metodológico del biólogo funcional, admite que las leyes fisicoquímicas explican fenómenos biológicos. Sin embargo, es enfático en advertir que dicha explicación fisicoquímica no debe ser mediante un *reduccionismo explicativo fiscalista*, sino más bien, a través del método histórico de los biólogos denominado *organicismo holístico*, a saber, “un análisis que continúa hacia abajo sólo en tanto reditúa nueva información útil y no pretende que las ‘partes más pequeñas’ den todas las respuestas” (Mayr 2006, p. 97). Un caso de organicismo holístico sería el descubrimiento de la estructura del ADN por Watson y Crick en donde la propiedad de replicación y transporte de información del ácido nucleico se pudo explicar mediante un análisis fisicoquímico, análisis que estaba planificado a terminar cuando la información nueva fuera útil, es decir, no se pensó en un reduccionismo explicativo al estilo fiscalista (Mayr 2006, p. 101).

Ahora bien, el biólogo alemán entiende por *fiscalismo* al modelo científico que nace con Galileo en siglo XVI, de donde se atribuye que las ciencias genuinas son la física y la química porque cumplen con el requisito de entender el conocimiento matemático. De donde

se intentó explicar a través de relaciones fisicoquímicas cualquier fenómeno vivo en sus distintos niveles de organización, es decir, a pensar que es posible un reduccionismo explicativo fisicalista. En consecuencia, para Mayr el razonamiento de un reduccionista explicativo dice que, un fenómeno de nivel complejo se entiende realmente cuando se analiza hasta sus constituyentes, y que solo a través de dicho análisis se obtiene una comprensión absoluta de un fenómeno complejo. Razonamiento que aplicado a un fenómeno biológico dice:

- i. Ningún fenómeno biológico de alto nivel puede entenderse mientras no se analiza hasta llegar a los componentes del nivel inferior siguiente; este proceso debe continuarse hacia abajo hasta el nivel de los componentes y procesos puramente fisicoquímicos.
- ii. Como consecuencia de esta línea de razonamiento, también se afirma que un conocimiento de los componentes a nivel más bajo permite la reconstrucción de todos los niveles más altos y suministra una comprensión exhaustiva de éstos. (Mayr 2006, p. 99)

Con todo, considero que no existe en el pensamiento de Mayr (2006) un rechazo absoluto en asumir a la metodología del reduccionismo como estrategia explicativa de fenómenos atinentes a la biología funcional y evolutiva. Esto, si se advierte en primer lugar, al principio físico denominado como *clausura causal del mundo físico* (CCMF), a saber, que en la producción de un efecto físico cualquiera, no tienen por qué intervenir entidades no físicas, ni siquiera como causas parciales (Vicente 2001, p. 4). Frente a este principio asocio el reconocimiento de Mayr, de que el mundo relevante para la biología en general es el *mesocosmos*, es decir, uno de los tres mundos considerados como accesibles mediante nuestros órganos sensoriales, el cual se extiende desde los átomos hasta las galaxias (Mayr 2006, p. 54). Por consiguiente, como los fenómenos biológicos se encuentran entramados en un mundo físico, asumir a la CCMF como una explicación causal en alguna disciplina de la biología no sería tan absurdo. De este modo, no descarta Mayr una explicación estrictamente fisicoquímica a nivel *celular-molecular*. En otras palabras, no descarta a la CCMF como parte de una explicación para las disciplinas de la biología funcional (cf. Mayr 2006, pp. 54-55). Del mismo modo, se podría pensar que la preocupación del biólogo evolutivo por

explicar las adaptaciones se soluciona a través del principio de la CCMF. El problema surge para Mayr (2006) en asumir una metodología que se deba exclusivamente a la CCMF, es decir, en asumir que, para explicar a las adaptaciones se debe analizar hasta sus componentes mínimos, en asumir a un reduccionismo fisicalista. Este rechazo se puede justificar en dos argumentos.

El primer argumento, sostiene que lo que cuenta en el estudio de un sistema complejo es su *organización*. Entonces, si se supone explicar mediante un reduccionismo a un sistema complejo como lo es la adaptación: riñón, el descenso a un nivel más bajo de análisis disminuye el poder explicativo del análisis precedente. Debido a que, en el curso de un análisis descendente tarde o temprano se alcanza invariablemente un nivel en que el significado total del sistema se destruye cuando el análisis se lleva más abajo (Mayr 2006, pp. 99-100).

El segundo argumento abarca más, ya que trata de la ausencia de fundamento para asegurar que partículas elementales como protones, neutrinos, quarks o los electrones, explicarían absolutamente fenómenos como el origen de la vida, la diferenciación por medio de la ontogenia o las actividades mentales del sistema nervioso central (Mayr 2006, p.100). Ahora bien, Mayr no niega que el conocimiento de las partículas elementales tenga alguna posible conexión con fenómenos biológicos. Ya que, como mencioné anteriormente, comprende que tanto los fenómenos biológicos como los físicos se hallan en el mesocosmos. Lo que Mayr está criticando, según mi punto de vista, es lo que análogamente el filósofo Elliott Sober (1996) entiende como el problema de la *explicabilidad en la práctica*. Tal problema tendría el fisicalista en su énfasis de explicar todas las relaciones causales de la biología en términos físicos y químicos. En otras palabras, en que a pesar de tener el fisicalista un conocimiento de partículas elementales no sabe cómo aplicarlo a fenómenos biológicos complejos:

¿Cómo podría aplicarse la física actual a los problemas de la biología? Es evidente que hay muchas áreas de la biología con respecto a las que no tenemos idea de cómo hacer esto, ya he mencionado dos de ellas, la evolución del sexo y el campo del desarrollo ontogenético. Aunque no hay razón alguna para dudar de que estos fenómenos sean consistentes con nuestras mejores teorías físicas actuales, nadie tiene la más ligera idea de cómo podría usarse aquí la física. (Sober 1996, p. 56)

2. Un reduccionismo explicativo de corte fisicalista, que no niega la causalidad a posteriori de la biología evolutiva.

En *La explicación causal biológica en el marco de una ontología fisicalista* (2015), el filósofo trasandino Gustavo Caponi propone lo que considero como una respuesta al problema de la *explicabilidad en la práctica*, aludido por Sober (1996) y que también supongo en Mayr (2006) como rechazo ante un reduccionismo explicativo fisicalista de la adaptación:

Aun aceptando una ontología fisicalista, se puede también reconocer el valor de las explicaciones causales por la Biología y por otras ciencias especiales: todas estas ciencias nos colocan ante invariantes causales que no sería posible articular y visualizar si nos remitiésemos al mundo en términos estrictamente físico-químicos. (Caponi 2015, pp. 38-39)

Esta tesis es fundamentada por Caponi (2015) a través de la *explicación causal* dada por el filósofo de las ciencias físicas James Woodward (2003), y en la idea de *sobreviniencia* defendida por el mismo Elliott Sober (1996). La explicación causal de Woodward dice que las explicaciones causales no suponen enunciados nómicos, sino simples invariantes estables bajo manipulaciones (Caponi 2015, p. 42). Por otro lado, la idea de *sobreviniencia* sostiene que *no hay diferencia biológica sin diferencia física*, pero que *sí puede haber semejanza biológica sin semejanza física*, lo cual permite entender la existencia de predicados específicamente biológicos (Ibíd., p. 38). De este modo, un primer antecedente a tomar en cuenta, dice que la idea de *sobreviniencia* posee dos significados causales. En primer lugar, una relación causal estrecha entre los fenómenos biológicos y los físicos: que no hay diferencia biológica sin diferencia física. Y, por otro parte, una relación causal que solo implica a la biología: que puede haber semejanza biológica sin semejanza física. Por ejemplo:

En distintas especies de las culebras no venenosas del género *Lystrophis*, suele darse una variante mimética con las sí muy venenosas víboras del género *Micrurus*: esas que conocemos como víboras de coral. Pero donde esta última no se da, la variante mimética de esas culebras – la falsa coral – está ausente, o es muy rara; aun cuando su especie sea frecuente (Irschik & Reznik, 2009, p. 177). Así, en algunos casos, una disminución o un aumento en frecuencia con que la variante mimética de una especie se da en una determinada región,

puede explicarse causalmente en virtud de alteraciones en la frecuencia de la especie modelo. Si la especie modelo se torna muy rara, el efecto aposemántico de la coloración mimética perderá efectividad y se tornará menos frecuente (Ibíd.). (Caponi 2015, p. 40)

En consecuencia, la primera relación causal de la idea de sobrevivencia, ocurre por medio del reconocimiento de la correlación causal entre la abundancia relativa de una especie mimética y su especie modelo, y también, por la eficacia ecológica del fenotipo mimético, dado que la ventaja reproductiva de rasgo mimético solo puede ocurrir porque hay una compleja trama de eventos físicos que hace que ocurra (Caponi 2015, p. 41). Y es de tal relación que apreciamos en la tesis de Caponi la admisión del principio de la CCMF, ya que está reconociendo que toda explicación causal es de carácter físico, en el sentido de tener un correlato físico. No obstante, es importante resaltar que este reduccionismo en la tesis de Caponi, resulta ser un fisicalismo explicativo *mínimo* en vez de radical, porque no está reconociendo que toda explicación causal deba ser una explicación física (cf. Ibíd.).

Por otro lado, la segunda relación causal contenida en la idea de sobrevivencia, es decir, que puede haber semejanza biológica sin semejanza física, es reflejada en la explicación de la correlación causal entre la abundancia relativa de una especie mimética con su especie modelo y la eficacia ecológica del fenotipo mimético, las que si bien se deben a un correlato causal de carácter físico pueden también ser asumidas por una explicación causal biológica, en base a las propiedades sobreviviente que se describen en el ejemplo mediante los términos ‘variante mimética’, ‘especie modelo’ y ‘aposantismo’. En consecuencia, considero que Gustavo Caponi (2015) está comprendiendo a través de la idea de sobrevivencia un correlato causal fisicalista mínimo; como también a la selección natural como la causalidad propia de biología. Pensamiento que se refleja en la siguiente afirmación:

Reconocer la clausura causal del dominio físico no le quita valor epistémico a las explicaciones causales de procesos y fenómenos biológicos que no aluden a propiedades físicas; y para reconocer ese valor epistémico no es necesario romper con el fisicalismo. Ni siquiera es necesario ablandarlo. (Caponi 2015, p. 41)

Ahora bien, respecto al doble contenido de la idea de sobreviniencia como la entiende Caponi, a saber, el mantenimiento de un reduccionismo fisicalista ontológico y el reconocimiento del valor epistémico de la explicación causal de la biología, cabe preguntarse si ¿Puede contenerse en un reduccionismo explicativo fisicalista? ¿Cómo se logra?

La respuesta de Caponi, que a mi modo de ver también es una respuesta para la biología evolutiva de Mayr, es dada por la explicación causal de Woodward (2003). En primer lugar, porque, aunque la explicación causal de Woodward no suponga enunciados nómicos sino simples invariantes estables bajo manipulaciones, es coherente con el primer contenido de la idea de sobreviniencia, es decir, en reconocer que toda explicación causal sea de carácter físico, ya que en la manipulación de las invariantes estables el investigador registra un correlato físico de donde resulta ser una explicación fisicalista. Y, en segundo lugar, porque la explicación causal de Woodward también admite el segundo contenido de la idea de sobreviniencia, ya que los enunciados que supone esta explicación causal son simples invariantes estables bajo manipulaciones que pueden asumirse como propiedades sobrevinientes, es decir, como propiedades biológicas tales como: ‘variante mimética’, ‘especie modelo’ y ‘aposantismo’. Propiedades biológicas que, en consecuencia, se pueden explicar mediante el proceso causal de la selección natural (Caponi 2015, p. 41).

Así pues, y a través de la explicación causal de Woodward y de la idea de sobreviniencia, se podría explicar a las adaptaciones mediante un reduccionismo fisicalista al ser compatible con el primer contenido de la idea de sobreviniencia, aunque de carácter débil, porque para explicar a una adaptación también se necesita aludir al segundo contenido de la idea de sobreviniencia, el que alude a la biología evolutiva de Mayr (2006). Puesto que, para comprender una adaptación como el mimetismo que alude a propiedades biológicas sobrevinientes como ‘especie modelo’ y ‘aposantismo’, se debe incluir a la explicación causal de la biología evolutiva. De esta manera, la tesis de Caponi sostiene, por una parte, que cuando el biólogo evolutivo apela a la selección natural se hace responsable de mejor manera frente al segundo contenido de las propiedades sobrevinientes, aquellas que aluden a lo vivo, en donde puede haber semejanza biológica sin semejanza física. Y, por otra parte, que también se podría explicar a una adaptación desde un enfoque fisicalista, ya que encuentra justificación en el primer contenido de la idea de sobreviniencia, es decir, en el

hecho de que no hay diferencia biológica sin diferencia física. En síntesis, considero que la tesis de Caponi soluciona el problema tenido por el fisicalista al momento de explicar fenómenos biológicos complejos como las adaptaciones, un problema de *explicabilidad en la práctica* que se soluciona con el apoyo de integrar en su conocimiento físico, a la explicación por selección natural. En otros términos, la tesis de Caponi dice que es posible explicar fenómenos biológicos complejos como las adaptaciones, mediante la asociación entre la perspicacia del fisicalista respecto a partículas elementales y la explicación del biólogo evolutivo basada en una reconstrucción histórica del fenómeno que se estudia, es decir, con la búsqueda de causas últimas. En efecto:

Cada caso de mimetismo se basa en una propiedad física determinada. Pero, si quisiésemos manipular esa propiedad para así producir alguna modificación controlada en el fenómeno de mimetismo que estemos estudiando, deberemos primero reconocerla e individualizarla por su efecto mimético, siendo relativamente secundario cuál es el sustrato o el mecanismo físico que lo produce. En casos como ese, sin aludir a las propiedades sobrevinientes, no sabríamos siquiera que variables manipular, ni cómo manipularlas, para así controlar los fenómenos cuyas causas decimos conocer. Ni tampoco sabríamos qué poblaciones de control deberíamos buscar para cotejar el cumplimiento de esa correlación. (Caponi 2015, p. 42-43)

3. Fundamento epistemológico para el rechazo del concepto de teleología en la biología como ciencia autónoma.

El origen de las especies no reconocía meta alguna establecida por Dios o por la naturaleza. Por el contrario, la selección natural, al operar en un medio dado y con los organismos presentes de hecho en él era la responsable del surgimiento gradual pero continuo de los organismos más complejos, más articulados y muchísimo más especializados. Incluso los órganos maravillosamente adaptados, como el ojo y la mano humana, órganos cuyo diseño había suministrado anteriormente poderosos argumentos en favor de la existencia de un supremo artífice, eran el producto de un proceso que avanza regularmente *a partir* de los inicios primitivos, pero no *hacia* meta alguna. (Kuhn 2006, p. 298)

3.1 La epistemología de Thomas Kuhn.

En 1962 Thomas Kuhn escribe *La estructura de las revoluciones científicas*, donde ocupa conceptos novedosos tales como ciencia normal, paradigma, anomalía, crisis y revoluciones, para comprender y explicar el cambio del pensamiento científico a lo largo de la historia del ser humano. En principio, el concepto de *ciencia normal* significa para Kuhn:

La investigación basada firmemente en uno o más logros científicos pasados, logros que una comunidad científica particular reconoce durante algún tiempo como fundamento de su práctica ulterior. Hoy en día tales logros se recogen en los libros de textos científicos (...) exponen el cuerpo de la teoría aceptada, ilustran muchas o todas de sus aplicaciones afortunadas y confrontan tales aplicaciones con ejemplos de observaciones y experimentos (Kuhn (1962) 2006, p.70)

Ahora bien, el logro científico ocurre por el hecho de que un texto científico²⁵ explica algún aspecto de la ciencia a la cual está adscrito de mejor manera que otra idea, por lo cual se va constituyendo como fundamento de la llamada ciencia normal siempre y cuando contenga dos características. En primer lugar, debe ser un postulado novedoso atrayendo así a un grupo duradero de partidarios. En segundo lugar, a pesar de ser un postulado novedoso ante un problema, también debe ser incompleto para así dejar al grupo de profesionales de la ciencia todo tipo de problemas a resolver. A raíz de estas características, Kuhn define el concepto de *paradigma* como “los logros que comparten estas dos características” (Ibíd. pp.70-71). Por otra parte, de la segunda característica, emerge el trabajo de la ciencia normal, que consiste en resolver *problemas*, que metafóricamente Kuhn los expresa como ‘rompecabezas’ (*puzzles*), donde además de existir el sentido usual de un rompecabezas, o sea, tener una solución, también existen reglas, basados en compromisos conceptuales, teóricos, instrumentales y metodológicos (Ibíd. p.115), que equivalen al punto de ‘vista establecido’ o ‘preconcepción’ de una ciencia normal para la resolución de rompecabezas. De esta manera, los problemas entendidos como rompecabezas son siempre accesibles según una tradición de investigación dada, según las reglas del paradigma científico de la ciencia normal (Ibíd. pp. 110-111). Ahora bien, un rompecabezas que se resiste a ser resuelto con las reglas de la ciencia normal es llamado por Kuhn una ‘*anomalía*’. El significado de este concepto se relaciona con el de *descubrimiento*, en cuanto a ser el modo en que el científico toma conciencia de una anomalía, es decir, reconoce que la naturaleza ha violado de algún modo las expectativas inducidas por el paradigma que gobierna la ciencia normal (Ibíd. p. 130). De este modo, las anomalías constituyen el trabajo de las teorías que conforman una ciencia normal. Ahora bien, es posible que existan anomalías donde las reglas establecidas no sirven a su resolución, en este caso, Kuhn integra el concepto de *crisis* que denota “el fracaso de las reglas existentes es el preludio de la búsqueda de otras nuevas” (Ibíd. p. 152). De no superar la crisis el paradigma de una ciencia normal sufre un cambio en los fundamentos sobre los cuales se hace ciencia, a esto llama Kuhn, *revolución científica*:

²⁵ El logro científico también lo asume mediante algún artículo de divulgación científica, o por obras filosóficas (cf. Kuhn 2008, p. 248), como las de Descartes en la física moderna (cf. Ibíd. p. 114)

Los episodios extraordinarios en los que se produce un cambio en los compromisos profesionales (...) se trata de episodios destructores-de-la-tradición que complementa a la actividad ligada -a-la-tradición de la ciencia normal (Ibíd. p. 64)

Kuhn (1989) dice que los cambios revolucionarios se definen en parte, por su diferencia con el cambio existente en la ciencia normal. En la ciencia normal el cambio es de tipo acumulativo de lo que ya se conocía antes. Por ejemplo, el descubrimiento de la llamada ley de Boyle, esto es, que el producto de la presión y el volumen de una muestra dada de un gas era una constante a temperatura constante, era un descubrimiento que añadía simplemente conocimiento del modo en que se comportaban estas variables ya comprendidas, porque dicho descubrimiento se debió en gran medida a que los descubridores poseían los conceptos de presión y de volumen de un gas, y también de los instrumentos para determinar sus magnitudes (Kuhn 1989, pp. 57-58). Ahora bien, los cambios revolucionarios, “ponen en juego descubrimientos que no pueden acomodarse dentro de los conceptos que eran habituales antes de que se hicieran dichos descubrimientos” (Ibíd. p. 59). Por ejemplo, la transición de la astronomía ptolemaica a la astronomía copernicana. Donde, los conceptos de Luna y Sol que en la astronomía ptolemaica significan planetas, y no así el de Tierra, sufren un cambio radical, en manos de la astronomía copernicana al comprender ahora al concepto de Sol como una estrella, al de Luna como un tipo de cuerpo nuevo: un satélite y, al de Tierra como un planeta al igual que Júpiter y Marte. Estos cambios, son cambios en las leyes de la naturaleza y en los criterios mediante los que algunos términos de esas leyes se conectaban con la naturaleza. Esto se demuestra cuando resulta imposible lograr una interpretación coherente para el concepto de planeta tenido tanto en la astronomía ptolemaica como en la astronomía copernicana, tal cual lo demuestra un análisis del siguiente enunciado: “En el sistema ptolemaico los planetas giran alrededor de la Tierra; en el copernicano giran alrededor del Sol” (Ibíd. p. 60). En consecuencia, no es posible encontrar coherencia de significado para el concepto de planeta tenido en cada astronomía, debido a que el significado para este concepto responde a dos maneras diferentes desde donde se comprende un aspecto de naturaleza física, desde dos paradigmas distintos.

3.2 Cohesión epistémica entre Kuhn y Mayr.

Mayr usa el término ‘revolución’ para aludir al cambio en la manera de pensar a los fenómenos biológicos desde la publicación de *El origen* en 1859, de hecho, cataloga a este evento como ‘revolución darwiniana’ ya que considera que el cambio provocado en la biología fue análogo al ocurrido en la Física con Copérnico (cf. 2006, pp. 112-118). Por otra parte, en *Especies Animales y Evolución* (1968), Mayr habla de ‘revolución genética’ para explicar un modo de especiación alopátrica, es decir, a la formación de una especie nueva por aislamiento espacial, aspecto que es estudiado en el ámbito de la genética de poblaciones.²⁶ No obstante, en vista a establecer un fundamento epistemológico al objetivo de Mayr (2006), a saber, establecer a la biología como una ciencia autónoma respecto de la física y química, mediante el rechazo a usar el concepto de teleología en la biología evolutiva, y a través de la redefinición de este concepto en términos teleonómicos en el ámbito de la biología funcional; a continuación, analizaré dicho objetivo de Mayr con los conceptos que estructuran a la ciencia según Kuhn (2006, 1989).

En primer lugar, cabe suponer que para Mayr (2006) el paradigma de la biología actual es constituido por el pensamiento de Darwin en *El origen* (1859), ya que le atribuye cinco teorías biológicas actuales: evolución, ancestro común, gradualismo poblacional, multiplicación de las especies y selección natural (cf. Mayr 2006, pp.132-152). Teorías que a pesar de mantener críticas han dado respuesta a varios rompecabezas, al de la dirección mediante la teoría de la evolución, al del ritmo geológico mediante la teoría del gradualismo

²⁶ Considero que la revolución genética de Mayr (1968) puede ser describirse en cinco pasos. **Primero.** Existe una especie continental que será llamada parental, en referencia a ser el ancestro de la especie que resulta de la revolución genética. **Segundo.** Parte de la especie continental migra a otro lugar, por ello pasa a ser considerada como una especie fundadora ya que coloniza un sitio nuevo, sin por ello perder conexión genética con la parental, aspecto denominado como cohesión de acervo de genes (cf. 1968, p. 537) **Tercero.** Se rompe el acervo de genes, con lo que se establecen condiciones favorables para partir en nuevas direcciones. Deriva genética (cf. 1968, pp. 540-542). **Cuarto.** La dirección es impredecible por el azar a nivel gamético, cigótico, de desarrollo, ambiental; un proceso denominado como cuello de botella, aunque guiado por selección natural (cf. 1968, p. 544 y 548) **Quinto.** Revolución genética, la población superviviente contiene una pérdida de variabilidad genética por falta del sistema homeostático, es decir, por perder la cohesión de acervo genético con la especie parental. En consecuencia, y, por otra parte, la población superviviente constituye un acervo genético nuevo, una especie nueva que en comparación a la especie parental contiene una carga genética menor, en cuanto variabilidad, aunque visto desde otra perspectiva lleva a un nuevo sistema equilibrado a una ‘partida limpia’ (cf. 1968, pp. 548-551)

poblacional, al de la diversificación de las especies mediante la teoría de la multiplicación de las especies, al del cómo explicar a los rasgos homólogos presente en distintas especies mediante la teoría del ancestro común, y también al rompecabezas de explicar por qué características fenotípicas se perpetúan en el tiempo mediante el mecanismo de la selección natural.

En segundo lugar, y ante la no respuesta de Darwin por el *origen* de las especies, el otro componente del paradigma de la biología es el pensamiento genético de Mendel y el posterior descubrimiento del ADN, los que en conjunto forman a la disciplina de la genética, ya sea en el ámbito *molecular* donde se estudia a nivel individual la estructura y la función de los genes en el ADN, o en el ámbito de la genética de *poblaciones*, donde se estudia a las fuerzas que alteran la composición genética a nivel de especies. En consecuencia, es posible denominar a la biología contemporánea como una *ciencia normal*, ya que posee un sistema de *reglas* con los que sabe a qué atenerse cuando se presentan anomalías o rompecabezas, a saber, las reglas otorgadas por Darwin y la genética de poblaciones que sirven principalmente en la biología evolutiva, y las reglas de la genética molecular que principalmente sirven en el ámbito de biología funcional.

Ahora bien, sostengo que no es problemático asumir a la teleología como una anomalía, pero sí es problemático asumirla como una anomalía a la que se dude solución, es decir, que sea asumida como una *crisis*. Puesto que, de ser la discusión teleológica una crisis, el artículo de Mayr de 1983 “*The concept of Finality in Darwin and after Darwin*” sería la obra emblemática de donde se ha comenzado a pasar desde una ciencia normal a una *ciencia extraordinaria* y, por consiguiente, se estaría a puertas de una *revolución* en las ciencias de la vida.²⁷ Sí así fuera, el objetivo de Mayr (2006) sería el manifiesto de un cambio de paradigma.

²⁷ Según Kuhn (1989), “cuando un “rompecabezas” se convierte en una “anomalía”, es decir, cuando se duda de que el problema sea solucionable desde las teorías y reglas dominantes en la comunidad científica, se inicia un período de crisis que, en ocasiones, acaba en un cambio de paradigma. En este proceso de “crisis” se pasa de hacer “ciencia normal” a hacer “ciencia extraordinaria” en la que se desconfía de las reglas de resolución normales proliferan teorías especulativas, y a veces se recurre al análisis filosófico. Y, en cualquier caso, el cambio de paradigma o “revolución científica” no constituye un episodio de desarrollo acumulativo” (p. 21).

En definitiva, considero que no es una crisis el uso del concepto de teleología en el paradigma de la síntesis moderna, ya que las respuestas dadas por Mayr (1983, 1988, 1998a, 1998b, 2006) no son las únicas válidas, las de Ayala (1970, 1998) también lo son, entendiendo que lo que valida a cualquier respuesta sobre el rompecabezas del concepto de teleología es que este sea elaborado según los cimientos del paradigma de la biología actual. De esta manera, realizaré una comparación de significado conceptual entre el postulado teleológico de Mayr (cf. 2006, pp.74-84) con el de Ayala (1970, 1998).

Partiendo por los *procesos teleomáticos* de Mayr (cf. 2006, pp. 71-74) que refieren, por una parte, a los procesos del mundo inanimado dirigidos al cumplimiento de un objetivo debido a leyes físicas, por ejemplo, si se lanza una piedra al aire esta caerá, es decir, que la finalidad cien por cien de una piedra suspendida en el aire es que caerá debido a la ley física de la gravedad. Por otra parte, también considera como procesos teleomáticos a los artefactos producidos por el ser humano, por ejemplo, un termostato que se apaga al momento de percibir aumento de temperatura, o un misil con dirección a un objetivo. Ahora bien, esta primera categoría teleológica de Mayr se relaciona, solo en cuanto a los procesos teleomáticos producidos por el ser humano, con el concepto de *teleología artificial* de Ayala (1998a, p. 498), puesto que el biólogo español niega que se pueda usar el concepto de teleología para aludir a procesos del mundo físico o químico:

La configuración de una molécula de cloruro sódico contribuye a que tenga gusto salado y por tanto a que se utilice en la condimentación, pero no al revés; el uso potencial del cloruro sódico en la alimentación no es la razón por la que tiene una determinada configuración molecular o por la que es salado. El desplazamiento de la Tierra alrededor del Sol es la causa de la existencia de las estaciones; la existencia de las estaciones no es la causa por la que la Tierra se desplaza alrededor del Sol. (Ayala 1998, p. 496)

Un segundo uso de Mayr para el concepto de teleología alude a la conducta *deliberada*, es decir, a la conciencia del ser humano y de los mamíferos superiores, en cuanto a la capacidad de confeccionar acciones previas a los hechos venideros a fin de obtener mayor beneficio de ellos (cf. 2006, pp. 81-82). Ahora bien, esta apreciación también se asocia con

el pensamiento teleológico de Ayala, en cuanto al concepto de *teleología artificial* (cf. 1970 p. 11, 1998a, p. 498).

En tercer lugar, aunque el uso del concepto de teleología en la biología funcional sea redefinido por Mayr (1998a, 1998b, 2006) mediante el concepto de *procesos teleonómicos*, también puede ser asociado con el concepto de procesos *teleológicos naturales determinados* denominado por Ayala (1998, pp. 498-499), puesto que estos procesos aluden a lo mismo:

Las reacciones fisiológicas homeostáticas y el desarrollo embrionario también son procesos con teleología natural determinada. Estos procesos dan lugar a estados finales (desde el huevo hasta la gallina), o conservan propiedades (la temperatura del cuerpo de un mamífero) que en conjunto están determinadas. De este modo la “decodificación” de los programas informativos del ADN de Mayr (...) cuando se aplican a organismos, constituyen casos de teleología natural determinada (Mayr prefiere utilizar el término “teleonomía” para este tipo de teleología). (Ayala 1998, p.501)

En cuarto y último lugar, el rechazo del uso del concepto de teleología en la biología evolutiva, y por ello la denominación de Mayr a las *adaptaciones* mediante el concepto de *sistemas estacionarios*, también puede ser asociado con el concepto de *teleología natural indeterminada* de Ayala (cf. 1970, p. 9, 1998, p. 498). Puesto que, tanto Mayr como Ayala justifican mediante el principio de la selección natural y de la genética a sus conceptos aludidos al aspecto biológico de la adaptación. Dicho de otro modo, que, a pesar de existir una disputa conceptual entre ambos autores en cuanto al uso del concepto de teleología para explicar la adaptación de los organismos, en última instancia esta discusión pierde sentido, puesto que tanto el concepto de *sistemas estacionarios* como el de *teleología natural indeterminada* emergen de los cimientos paradigmáticos de la biología como ciencia normal.

CAPÍTULO IV CONSECUENCIAS DEL LENGUAJE TELEOLÓGICO EN LA CONCEPCIÓN DE LA BIOLOGÍA DE FRANCISCO JOSÉ AYALA.

Darwin está actualmente considerado como un innovador que impulsó la causa del materialismo científico. Pero su efecto sobre las ideas teleológicas fue bastante diferente al de Newton. Más que desterrarlas de la biología, Darwin fue capaz de mostrar cómo podía hacerse inteligibles desde un marco naturalista. (Sober 1996, p. 144)

1. Un supuesto progresismo en la explicación teleológica de Ayala.

Ernst Mayr escribe el rótulo de ‘secuencias evolutivas unidireccionales’ (1998a, pp. 435-437), para referirse a la idea asociada a la evolución y a las adaptaciones denominada como *progresismo*, la creencia sobre una mejora o avance ascendente o descendente en las adaptaciones de los organismos. Esta idea tuvo su apogeo en la historia natural del siglo XIX con la escala de la perfección en la teoría de la evolución de Lamarck, en las teorías ontogenéticas que aseguraban que en el organismo existía un impulso inmanente hacia la perfección, y en la teología natural en donde se aseguraba un avance hacia la perfección debido a un sabio creador. Ahora bien, para Mayr el progresismo debería haber terminado desde la publicación de *El origen* en 1859, ya que “el principio de la selección natural resuelve el origen de la adaptación progresiva sin el auxilio de fuerzas que determinen un objetivo” (p. 435). No obstante, advierte que el progresismo ha permanecido en la actualidad con Ayala (1970), cuando el biólogo español hace uso de conceptos teleológicos para explicar ciertos procesos evolutivos. Acontecimiento que según Mayr (1998a p. 436) se evidencia en las siguientes palabras del biólogo español:

El proceso de la evolución en conjunto no puede decirse que sea teleológico en el sentido de estar dirigido a la producción de determinados códigos de información del ADN, i. e. organismos. Pero yo defiendo que puede decirse teleológico en el sentido de estar dirigido a la producción de códigos de información de ADN que mejore la adecuación reproductiva de una población en los ambientes en que vive. El proceso de la evolución puede también decirse teleológico en que tiene potencialidad de producir códigos de

información de ADN dirigidos a un fin, y de hecho ha resultado en estructuras teleológicamente orientadas, patrones de conducta y mecanismos regulados. (Ayala 1970, p. 11)

El problema de Ayala sería no entender que usar el concepto de teleología para referirse a procesos evolutivos significa una mala interpretación del proceso de selección natural. Porque la selección natural es “un proceso a posteriori que premia el éxito actual, pero nunca determina objetivos futuros”, ya que “con el ambiente cambiando incesantemente, la selección natural [...] nunca se compromete con una finalidad futura” (Mayr 1998a, p. 436). Por lo tanto, para Mayr el lenguaje teleológico que Ayala ocupa para explicar los procesos evolutivos que causan los rasgos adaptativos, es decir, éxito reproductivo y sobrevivencia, se fundamentarían en un progresismo al no reconocer el carácter histórico de los procesos evolutivos por selección natural. En consecuencia, el biólogo alemán sentencia que es “engañoso y absolutamente inadmisibles designar como objetivos definidos y determinados, conceptos ampliamente generalizados tales como sobrevivencia o éxito reproductivo” (Mayr 1998a, p. 436).

No obstante, considero que la crítica de Mayr (1998a) no comprende adecuadamente el sentido dado por el biólogo español al concepto de teleología, por dos razones. En primer lugar, porque Ayala también rechaza el tipo de pensamiento teleológico que Mayr (1998a) integra en el rótulo de ‘secuencias evolutivas unidireccionales’:

Lamarck (1809) creyó erróneamente que el cambio evolutivo tenía lugar necesariamente a lo largo de vías determinadas que iban desde los organismos más sencillos a los más complejos. De modo similar, las filosofías evolutivas de Bergson (1907), Teilhard de Chardin (1959) y teorías como la *nomogénesis* (Berg, 1926), *aristogénesis* (Osborn, 1934), *ortogénesis* y similares, son erróneas porque sostienen que el cambio evolutivo se produce necesariamente a lo largo de determinadas vías. Estas vías toman erróneamente como modelo de cambio evolutivo el desarrollo embrionario y consideran la teleología de la evolución del tipo determinado. (Ayala 1998, p. 502)

En consecuencia, y, en segundo lugar, la crítica de Mayr (1998a) no comprende realmente la postura teleológica de Ayala (1998) en el texto criticado. Ahora bien, para

evidenciar la incomprensión de Mayr (1998a), analizaré en tres partes al texto criticado a Ayala (1970, p. 11)

La primera parte del texto, fundamenta claramente que su pensamiento teleológico no identifica al proceso de la evolución como un progresismo. Dado que, cuando afirma, “el proceso de la evolución en conjunto no puede decirse que sea teleológico en el sentido de estar dirigido a la producción de determinados códigos de información del ADN, i e. organismos”. (Ayala 1970, p. 11), esta rechazando el pensar que la evolución sea siempre explicada como un resultado mediante la reproducción diferencial de genes, es decir, por selección natural, puesto que, entiende que también se puede explicar a la evolución mediante otros procesos, como por ejemplo, mediante ‘deriva genética’, es decir, por el cambio puramente aleatoria en las frecuencias génicas (evolución) de una especie (cf. Cela y Ayala 2001, pp. 58-59); o, por ‘flujo genético’, por la mezcla de los genes de poblaciones diferentes cuando los animales emigran a otra localidad, (cf. Cela y Ayala 2001, p. 57) (cf. Ayala 1998, p. 497).

Ahora bien, en una segunda parte del texto, creo que Ayala comienza a describir su pensamiento teleológico, ya que evidencia a su doble consideración teleológica de la selección natural según un ciclo vital idealizado. Entonces, cuando escribe, “yo defiendo que puede decirse teleológico en el sentido de estar dirigido a la producción de códigos de información de ADN.” (Ayala 1970, p. 11), está aludiendo al sentido teleológico de la selección natural en cuanto eficacia reproductiva, puesto que, es mediante la producción de ciertos códigos genéticos con que la viabilidad de una población de organismos es cumplida, es decir, es posible el crecimiento del cigoto a adulto. Inmediatamente, alude al otro sentido teleológico de la selección natural, cuando escribe que la producción de los códigos de información de ADN consta en que, “mejore la adecuación reproductiva de los organismos en el ambiente en que viven.” (Ibíd.), es decir, que lo que se pretende es cumplir con el éxito reproductivo, aspecto que en el ciclo vital de un organismo trata del cumplimiento de la fertilidad. Ahora bien, dado que las adaptaciones son el resultado de la selección natural, cabe afirmar que en esta parte del texto Ayala las está aludiendo, pero en el sentido de ‘teleología natural indeterminada’ (cf. Ayala 1998, p. 505), porque al mencionar a el “ambiente en que viven los organismos” (Ibíd.), se ha de comprender la realidad biológica

del organismo, a saber, un hábitat adverso que hacen de la finalidad asociada a las adaptaciones una indeterminada.

Por último, cuando Ayala escribe que la evolución es teleológica porque “de hecho ha resultado en estructuras teleológicamente orientadas, patrones de conducta y mecanismos regulados.” (Ayala 1970, p. 11). Considero que esta aludiendo al otro sentido dado a las adaptaciones, el referido a los procesos fisiológicos en un ser vivo, procesos que también son el resultado de la selección natural, pero que a pesar de los impedimentos posibles casi siempre son cumplidos debido a generaciones de selección en la constitución genética de una especie, en donde han resultado sistemas de autorregulación. En otras palabras, en esta última parte del texto, Ayala se refiere a su ‘teleología natural determinada’, ejemplificada en los procesos homeostáticos encargados de la regulación de la sal en los riñones; y, en los procesos del desarrollo ontogénico, encargados en regular el avance de un óvulo fecundado hasta el adulto (cf. Ayala 1998, pp. 498-499).

2. El valor epistémico de la hipótesis teleológica.

Para Ayala (1998), las hipótesis teleológicas son importantes porque permiten responder al ¿para qué?, de una determinada estructura o proceso, en términos del número de descendientes, es decir, en éxito reproductivo. (cf. Ayala 1998, p. 505). Siendo más específico, las explicaciones teleológicas responden a dos problemas: cómo contribuye una variante genética al éxito reproductor, y cómo la constitución genética específica de un organismo favorece el éxito reproductor del mismo. Para el primer caso, una explicación teleológica afirmará que una variante genética existente favorece más el éxito reproductor que otras variantes genéticas en un mismo organismo. Por ejemplo, que a través de la variante genética del aminoácido glutámico y no del aminoácido valina, se contribuye más al éxito reproductor, ya que el aminoácido glutámico no descompone los glóbulos rojos a diferencia del aminoácido valina que al no asociarse con el agua contribuye a una descomposición de los glóbulos rojos provocando anemia. (cf. Ayala 1998, pp. 503-507). En cambio, para la segunda interrogante, una explicación teleológica afirmará que el éxito reproductivo de los

organismos resulta por una constitución genética específica. Por ejemplo, que existe un gran número de descendientes humanos porque la composición molecular de la hemoglobina contribuye a ello, al ser la encargada de transportar el oxígeno en la sangre (cf. Ayala 1998, p. 503). Estas explicaciones teleológicas responden de manera empírica a las dos interrogantes. Sin embargo, Ayala (1998) es consciente de que solo a veces se dispone de información para responder ambas preguntas. De este modo, un caso en donde solo se ha podido responder a la segunda interrogante ocurre en genética de poblaciones, en donde a menudo puede medirse el éxito reproductivo a través de la constitución genética, pero resulta difícil identificar las variantes genéticas que son también responsable en el éxito reproductivo. Por ejemplo, en la mosca *Drosophila pseudoobscura*, la selección natural favorece distintos tipos de cromosomas, pero se desconoce a los procesos fisiológicos implicados (cf. Ayala 1998, p. 503). Por otra parte, un caso en donde se ha respondido solo a la primera interrogante ocurre en la descripción histórica de las secuencias evolutivas, en donde puede resultar fácil identificar la función que cumple un órgano o estructura, pero resulta difícil saber *por qué* la composición genética de dicha característica incrementó el éxito reproductor. Por ejemplo, el hecho de que el cerebro del ser humano hace posible la cultura y otros importantes atributos humanos, refieren a funciones de este órgano. Empero, resulta difícil emitir hipótesis teleológicas acerca de *por qué* la composición genética de mayor tamaño del cerebro en la evolución del ser humano ha contribuido a su éxito reproductivo (cf. Ayala 1998, p. 305). En consecuencia, las explicaciones teleológicas tendrán un gran valor si logran responder de manera empírica a la eficacia reproductiva de los organismos, en base las funciones de las variantes genéticas y por las funciones de las constituciones genéticas. Por lo anterior, advierte que las hipótesis teleológicas deben ser formuladas como hipótesis que pueda someterse a pruebas empíricas (cf. Ayala 1998, pp. 504-505).

3. La ciencia según Ayala.

Para el biólogo español, la ciencia es “la organización sistemática del conocimiento del universo basada en principios explicativos susceptibles de ser rechazados empíricamente” (Ayala, et al. 1993, p. 474).

Siguiendo la investigación de Diego Cano (2002), la ciencia empírica de Ayala posee tres características. La primera característica, es que la ciencia trata de una organización sistemática del conocimiento que formula leyes y teorías generales como patrones de relación entre distintos tipos de fenómenos. Otra característica, es el intento por explicar el por qué se producen, en realidad, los hechos observados; en otras palabras, la ciencia intenta explicar los fenómenos identificando las condiciones responsables de su existencia. La tercera característica sería la más propia de la ciencia, el requisito de que sus explicaciones tienen que estar sujetas a la posibilidad de ser rechazadas empíricamente, es decir, esta característica remite al criterio de la demarcación propuesto por Popper (1959, 1963), el cual según Cano (2002) dice:

Una hipótesis científica ha de poder probarse empíricamente, indagando si las predicciones, como consecuencias lógicas, concuerdan o no con los hechos que se encuentran en el mundo empírico. Una hipótesis que no es susceptible de ser rechazada mediante observación y experimentación no puede considerarse científica. (Cano 2002, p. 33)

Entonces la tercera característica remite al método hipotético-deductivo formulado por Whewell, W. Stanley, Peirce, y Karl R. Popper (cf. Cano 2002, p. 34), de donde Ayala pasa a ser parte, puesto que entiende a la ciencia como una empresa compleja que consta básicamente de dos episodios independientes: uno imaginativo o creativo de la mente (hipotético), el otro crítico (la corroboración empírica de la deducción de los enunciados hipotéticos). En consecuencia, lo que caracteriza a una hipótesis científica según este método será para Ayala, la exigencia de que pueda ser rechazada por algunos estados aún no observados en el mundo (Cano 2002, p. 36), exigencia que logra una hipótesis si acierta cuatro actividades atinentes a la doctrina de la demarcación

- i. Examinar la hipótesis en su *coherencia interna*. Toda hipótesis que sea auto contradictoria ha de rechazarse.
- ii. Examinar la estructura lógica de la hipótesis, indagar si tiene *valor explicativo*, si hace que los fenómenos observados sean inteligibles en algún sentido, si permite comprender por qué se presentan en realidad los fenómenos en la forma en que han sido observados. Toda hipótesis tautológica tendría que rechazarse por carecer de poder explicativo.
- iii. Examinar si la hipótesis es coherente con otras hipótesis y teorías generalmente aceptadas, o bien, si representa algún avance en relación con otras hipótesis. La falta de coherencia con otras teorías no determina siempre que tenga que rechazarse la hipótesis, aunque sí la mayoría de las veces.
- iv. Finalmente ha de probarse de forma empírica. La hipótesis o teoría se prueba empíricamente indagando si las predicciones acerca del mundo de la experiencia, que se han obtenido como consecuencia lógica de las hipótesis, concuerdan o no con lo que se observa realmente. Si los resultados de una prueba empírica concuerdan con las predicciones hechas a partir de la hipótesis, se dice que la hipótesis ha sido corroborada provisionalmente; en caso contrario, se dice que ha sido rechazada. (cf. Cano 2002, pp. 35-36)

En consecuencia, el sentido de Ayala para la ciencia basado en el método de la demarcación apunta a la asimetría entre falsación y verificación de las teorías que defiende Popper, para quien es posible demostrar que una teoría es falsa pero imposible demostrar que es verdadera. De este modo, aun cuando una teoría tenga un enunciado de observación verdadero no por ello se puede deducir que la teoría también lo sea, ya que resulta una relación de asimetría lógica: la falacia de afirmar el consecuente.²⁸ En cambio, si la observación predicha resulta ser falsa, se puede deducir de manera válida que así también lo sea la teoría gracias a la forma lógica del *Modus Tollens*²⁹ (cf. Cano 2002, p. 36; Sober 1996, p. 94). Por consiguiente, Ayala entiende que el objetivo último de su ciencia no es una

²⁸ La falacia de afirmar el consecuente puede explicarse en el siguiente argumento: 1. Si está nevando, entonces hace frío, 2. Hace frío, 3. Por lo tanto, está nevando. El error es que aun cuando las premisas sean verdaderas la conclusión podría ser falsa, dado que no siempre que hace frío está nevando.

²⁹ Un ejemplo de un argumento válido por Modus Tollens, es: 1. Si está lloviendo, te espero dentro del teatro, 2. No te espero dentro del teatro, 3. Por lo tanto, no está lloviendo.

búsqueda de la verdad, sino un acercamiento asintótico o de verosimilitud a la verdad objetiva, a través del criterio popperiano de la falsación (cf. Cano 2002, p. 35).

4. La epistemología evolutiva de Toulmin como defensa de la explicación teleológica de la adaptación de Ayala.

Siguiendo a Ruiz y Ayala (1998), Stephen Toulmin (1972) enfoca su análisis a los procesos de transformación del conocimiento. Considera que dichos “procesos son de carácter gradual, no hay saltos no hay revoluciones; y por ello propone una epistemología evolutiva” (Ruiz y Ayala 1998, p. 85). Ahora bien, análogamente como Mayr (cf. 2006) distingue a dos maneras de pensar el origen de las especies, la epistemología de Toulmin distingue a dos maneras de pensar el origen del saber científico, es decir, según un pensamiento tipológico y, un pensamiento poblacional (cf. 1972, p. 135). Entonces, según el pensamiento tipológico se entiende que “existe una teoría hegemónica, paradigmática (el equivalente del organismo “tipo”) y un conjunto de teorías que representan desviaciones del tipo” (Ruiz y Ayala 1998, p. 87). En donde el cambio conceptual se entendería como una “revolución”. Por otra parte, según el pensamiento poblacional, el saber científico resulta en una población constituida por diversas teorías y conceptos que están organizados jerárquicamente en un momento dado, en donde el cambio conceptual radica en un proceso gradual (cf. *Ibíd.*).

Entonces la epistemología de Toulmin (1972) se fundamenta en un pensamiento poblacional respecto al origen del saber científico, de donde entiende que los procesos de transformación del conocimiento son graduales en cuanto al ámbito temporal. Y, siguiendo esta misma lógica, asume al cambio de teorías y conceptos mediante un doble proceso de selección. En primer lugar, de *variantes intelectuales*, puesto que, “a cualquier nivel, hay en circulación un conjunto de variantes intelectuales en competencia”. Y, en segundo lugar, de la *selección heredable* de variantes intelectuales, ya que, “en cada generación está en marcha un proceso de selección por el que algunas de estas variantes son aceptadas e incorporadas dentro de la ciencia en cuestión, para ser pasadas a la siguiente generación de científicos como elementos integrales de la tradición” (Ruiz y Ayala 1998, p. 86).

Ahora bien, Toulmin (1972) reconoce que la evolución intelectual no es una cuestión biológica, por eso plantea que la evolución conceptual solo puede tomar como modelo o patrón de comparación la evolución de las poblaciones orgánicas. La manera en que Toulmin entiende a la evolución darwiniana dice:

- i. Los principales problemas de la biología es explicar el origen (la diversidad existente de especies) y la evolución de las especies (el proceso por el cual se transforman).
- ii. La explicación de Darwin para el origen y la evolución de las especies es por la teoría de la selección natural, un proceso dual de variación y perpetuación selectiva.
- iii. Una variación nueva solo puede extenderse en la población si hay suficiente “presión selectiva” (la competencia entre otras posibles interacciones bióticas). Y por aislamiento geográfico.
- iv. Las variantes se perpetúan selectivamente si, y solo si, se hallan suficientemente adaptadas (cf. Toulmin 1972, p. 147-148).

Ruiz y Ayala (1998) concuerdan que Toulmin resume de manera correcta el patrón general de la evolución darwiniana, no obstante, también reconocen que hay aspectos importantes que Toulmin no menciona en el punto dos y tres. Así, aunque reconoce de manera correcta que el mecanismo evolutivo más importante es la selección natural, no anuncia que también existen otros mecanismos evolutivos como, por ejemplo: la deriva genética o la migración con su aporte de variaciones (cf. Ayala 1998, p. 497). Por otra parte, si bien ocurre especiación por aislamiento geográfico, no es una condición de la evolución en sentido amplio, ya que “cada vez se descubren más formas por la que dos poblaciones de la misma especie no separadas por barreras geográficas pueden llegar a formar dos especies” (Ruiz y Ayala 1998, p. 91) (cf. Cela y Ayala 2001, p. 68). En consecuencia, Ruiz y Ayala (1998) sostienen que Toulmin (1972) solamente toma del evolucionismo los aspectos que va a requerir para su planteamiento de evolución conceptual, y los relaciona de la siguiente forma:

- i. Uno de los problemas principales en epistemología es explicar las actividades intelectuales de la humanidad, conceptos, teorías, métodos y objetivos de cada disciplina (lo que en biología sería explicar la diversidad existente de especies). Y, por otra parte, explicar los cambios a largo plazo por los que dichas disciplinas se transforman o son superadas (el equivalente a la aparición de nuevas especies mediante el proceso por el cual se transforman).
- ii. El proceso dual de variación y selección explica la continuidad y el cambio conceptual. En toda disciplina viva hay siempre novedades intelectuales que entran para su discusión al conjunto de ideas y técnicas, pero solo unas pocas de esas novedades conquistan un lugar firme en la disciplina y son transmitidas a las generaciones siguientes.
- iii. Para que exista evolución conceptual debe haber variaciones o innovaciones sobre las que se ejerza una presión de selección más o menos rigurosa “deben existir adecuados ‘foros de competencia’ dentro de los cuales las novedades intelectuales pueden sobrevivir durante un tiempo suficiente para mostrar sus méritos o defectos, pero en el cual también son criticadas y escudriñadas con suficiente severidad como para mantener la coherencia de la disciplina”, se parecería al método científico de Popper el de conjeturas y refutaciones.
- iv. De igual manera como en evolución biológica las variantes se perpetúan selectivamente si, y solo si, se hallan suficientemente adaptadas. En epistemología, las ideas se perpetúan selectivamente por un ambiente intelectual si, y solo si, satisfacen las ‘exigencias’ del ‘medio intelectual’ (ecología intelectual) local. Estas ‘exigencias’ comprenden los problemas inmediatos que cada variante conceptual está destinada a abordar y también los otros conceptos atrincherados con los que debe coexistir (cf. Toulmin 1972, pp. 149-150; Ruiz y Ayala 1998, pp. 92-93).

En consecuencia, a partir de la epistemología de Toulmin se podría comprender por qué Ayala todavía usa conceptos teleológicos para explicar la adaptación. Puesto que, según la descripción anterior de lo que Ayala entiende como ciencia (cf. Ayala 1993; cf. Cano 2002) comprende al saber científico como resultado de una población constituida por diversas teorías y conceptos en un momento dado y organizados jerárquicamente, en donde el cambio conceptual radica en un proceso gradual que depende de si satisfacen o no las exigencias del medio intelectual. Desde esta perspectiva, Darwin (1859) resolvió el origen de la adaptación por medio de la selección natural, aunque también desde entonces el concepto de teleología obtuvo un nuevo significado, el *funcional*, el cual es diferente al que tenía antes de *El origen* (1859) (cf. Montalenti 1983); y al que Ayala otorga un doble valor epistémico: explicar cómo

contribuye una variante genética al éxito reproductor y explicar cómo la constitución genética específica de un organismo favorece el éxito reproductor del mismo (cf. Ayala 1998, p. 503). Interrogantes que ameritan respuestas que pueden formularse teleológicamente, sin por ello dejar de admitir un reemplazo o que sean eliminadas si la biología como ecología intelectual lo exige. Sin embargo, las explicaciones de la adaptación por selección natural basadas en el concepto de teleología han permanecido de un modo u otro entre los biólogos como lo muestra la parábola del fisiólogo alemán Ernst Brücke:

A mediados del siglo XIX, el célebre fisiólogo alemán Ernst Brücke comparó a la teleología con una mujer de la cual el biólogo no podía prescindir, pero con la cual tampoco quería ser visto en público; y, desde entonces, hasta bien entrado el último siglo, muchos autores han considerado la imagen sumamente feliz. Pero, si hoy ese recurrente lugar común puede resultar anacrónico, no lo será solo por su sexismo, sino también por el hecho de que, sobre todo por mediación de la reflexión epistemológica de las últimas décadas, esa relación ha sido, de algún modo, reconocida o legitimada. Así, aunque algunos autores como Mayr (1998a) o Ghiselin (1997) continúen negando esa relación; otros, entre los que se encuentran filósofos de la biología como Brandon (1998) o Sober (1993) y prestigiosos biólogos como Ayala (1998) y Dobzhansky (1980), han pasado a reconocerla sin mayores pudores (Caponi 2002, p. 58).

CONCLUSIONES

Comprendiendo que para Mayr (1998a, 1998b, 2006) la biología se divide en dos ámbitos, el de la biología funcional y el de la biología evolutiva, y que ante el concepto de teleología solo acepta el significado: dirigido a un fin, concluye que, en el ámbito de la biología funcional, es totalmente válido usar el término ‘teleonomía’. En primer lugar, porque no se alude a entidades metafísicas, sino más bien, a procesos fisiológicos o a comportamientos de los organismos. Y, en segundo lugar, porque dichas entidades biológicas se encuentran dirigidas a un objetivo determinado por la información encapsulada en los programas genéticos cerrados y abiertos. En cambio, en biología evolutiva, sostiene que no es válido usar el concepto de teleología ni el de teleonomía para explicar las adaptaciones. Esto, debido a que entiende que las entidades biológicas identificadas como adaptaciones, son estructuras que implican movimiento, pero no un movimiento hacia el cumplimiento de un objetivo, debido a ello, solo admite que pueden ser explicadas como el resultado a posteriori de la selección natural, de ahí que considere las adaptaciones como sistemas estacionarios. Considero que esta es una perspectiva histórica del término ‘adaptación’ que se corresponde con el significado otorgado por Mayr (1998a) a los enunciados adaptacionales, y que identifico con el significado que Sober (1996) otorga al mismo término ‘adaptación’. Por otra parte, respecto a un análisis de las funciones de una adaptación que Mayr (2006) denomina ‘roles biológicos’, asumo que acepta el término teleonómico, porque infiere el cumplimiento de un objetivo desde un programa somático. Ahora bien, dado que este significado teleonómico del término ‘roles biológicos’ se contradice con el significado otorgado por Mayr (1998a) como enunciado adaptacional, identifico a la perspectiva teleonómica de la función de una adaptación con el significado que Sober (1996) otorga al término ‘adaptativo’.

Por otra parte, Ayala (1970, 1998), reconoce la controversia del concepto de teleología en la historia de la biología, pero lo acepta para realizar hipótesis de las adaptaciones, sin por ello rechazar que el principio de la selección natural explica el fenómeno biológico de las adaptaciones. De este modo, usa la expresión ‘teleología natural

determinada' para las adaptaciones fisiológicas y la expresión 'teleología natural indeterminada' para las adaptaciones estructurales y de comportamiento. Por otra parte, considero que es científicamente válido el doble significado teleológico otorgado por Ayala a la selección natural. En primer lugar, porque identifica el movimiento de la selección natural según el significado científico del término mecánico, en donde rechaza la postura creacionista del diseño, y la postura vitalista del progreso (cf. Ayala 1970). En segundo lugar, y según mi punto de vista, porque se justifica en la hipótesis de Sober (1996) de comprender a los organismos según un ciclo vital idealizado, en donde es coherente usar el concepto de teleología en vez del concepto de azar para aludir al principio de la selección natural.

Profundizando en el rechazo de Mayr (1998a, 1998b, 2006) respecto al uso del término 'teleológico' para explicar las adaptaciones, considero que es un rechazo coherente con el proyecto epistemológico de dar cuenta de la biología como una ciencia autónoma respecto de la física y la química. En particular, se aleja de cualquier descripción ontológica de lo vivo en términos de un pensamiento tipológico o esencialista, al proponer que los objetos que estudia la biología funcional y evolutiva no son totalmente explicables a través de leyes naturales estrictas, de donde sea justificable un reduccionismo explicativo fisicalista. Por lo anterior, sostiene Mayr que "nadie sería capaz de inferir la estructura y función de un riñón, aunque se le diese un catálogo completo de todas las moléculas de la que está compuesto" (Mayr 2006, p. 99). No obstante, considero que para una mejor comprensión del fenómeno de la adaptación, es válido integrar en la metodología de la biología evolutiva al método fisicalista del reduccionismo, siempre que se entiendan las adaptaciones según el pensamiento poblacional en vez de uno tipológico. Perspectiva que ejemplifiqué a través del pensamiento de Caponi (2015), quien mediante la idea de sobrevivencia de Sober (1996) y la explicación causal de Woodward (2003), valida la posibilidad de explicar las adaptaciones mediante un reduccionismo fisicalista en conjunto al principio de la selección natural.

No es válido justificar como aspectos de una *revolución científica*, según la epistemología de Kuhn (2006, 1989), el rechazo de Mayr (1998a, 1998b, 2006) del concepto de teleología en biología evolutiva y su redefinición del concepto de teleología por el de teleonomía en biología funcional. En primer lugar, porque los usos del concepto de teleología existentes en la biología funcional y evolutiva de Mayr, se asocian en significado con los

usos otorgados por Ayala (1970, 1998) quien no asume un proyecto epistemológico como Mayr. Por consiguiente, el objetivo de Mayr fracasa, porque siguiendo con la lógica de la epistemología de Kuhn, no cumple con la primera característica para constituirse como un logro científico: ser un postulado novedoso. En consecuencia, no es válido atribuir que el concepto de teleonomía y el de sistemas estacionarios, son respuestas al rompecabezas del concepto de teleología en biología funcional y evolutiva, de donde se invalida asumir dichos conceptos como parte de una revolución científica. Dicho de otro modo, su novedad conceptual no es tan novedosa, no causa una respuesta al supuesto rompecabezas del concepto de teleología, dado que, en la ciencia normal de la biología contemporánea iniciada en la Síntesis Moderna, se continúa usando el concepto de teleología sin por ello contradecir los logros paradigmáticos de Darwin y la actual teoría genética.

Respecto a la crítica de Mayr (1998a) a Ayala (1970), según la cual usar el concepto de teleología en biología conserva el pensamiento progresista de las adaptaciones, y que por esto no estaría aceptando la refutación de Darwin (1859) al concepto de teleología mediante la selección natural, concluyo que, por una parte, es una crítica anacrónica, y, por otra parte, supongo que desde una epistemología evolutiva resulta ser una crítica infundada. Es una crítica anacrónica, según dos razones. En primer lugar, porque Ayala integra el principio de la selección natural en su explicación teleológica, o en otras palabras, no remite al concepto de teleología defendido por autores anteriores a Darwin como Lamarck en donde sí se defiende una idea de progreso para explicar la diversidad orgánica (cf. Cela y Ayala 2001), aspecto que evidencia al usar el concepto de mecánico en su atribución teleológica de la selección natural (Ayala 1970, p. 10), y también, en su connotación para la expresión *revolución darwiniana* (cf. Cela y Ayala 2001, pp. 23-24). En segundo lugar, porque comprende a la ciencia desde una perspectiva contemporánea, como la “organización sistemática del conocimiento del universo basada en principios explicativos susceptibles de ser rechazados empíricamente” (Ayala 1993, p. 474), donde su explicación teleológica se configura como una hipótesis que admite refutación al igual que otras hipótesis de la biología actual. Por otra parte, pienso que es una crítica epistemológicamente infundada, puesto que la crítica de Mayr no reconoce que la epistemología de Ayala (1970, 1993, 1998) se fundamenta en comprender al cambio conceptual como una evolución gradual, según

Toulmin (Toulmin 1972; Ruiz y Ayala 1998). Ahora bien, considero que la ignorancia de Mayr respecto a la comprensión del biólogo español, se debe a que asocia el cambio conceptual en biología mediante revoluciones conceptuales, ya que, lo evidencia en su redefinición del concepto de teleología por el de teleonomía en la biología funcional, y por su rechazo en biología evolutiva del concepto de teleología, al enfatizar el impacto científico de *El origen* (Darwin 1859) con la expresión de *revolución* darwiniana (cf. Mayr 2006)

Por último, respecto al valor epistémico del concepto de teleología en biología, considero que para el biólogo alemán (1983, 1988, 1992, 1998a, 1998b, 2004, 2006), es un concepto que solo en la metodología de las causas próximas de la biología funcional tiene un valor innegable. A diferencia del pensamiento científico del biólogo español (1968, 1970, 1998, 2013), quien otorga un valor metodológico mayor, al usarlo en hipótesis respecto a fenómenos que se estudian en las disciplinas de la biología funcional y evolutiva. Ahora bien, considero que la discrepancia en valoración responde en última instancia, a que, a diferencia de Mayr, Ayala entiende que *El origen* (Darwin 1859) valida científicamente el uso del concepto de teleología en biología, dado que con Darwin se naturalizó la noción de teleología (cf. Ayala 1996, Caponi 2013, Diéguez 2012)

Darwin fue enemigo de la teleología antropomórfica en biología y de las ideas de diseño divino, pero en cierto modo reconoció que las explicaciones que acudían a la selección natural eran teleológicas. En una carta hecha a su amigo botánico americano Asa Gray afirma que le es grata la observación hecha por Gray de que su obra había permitido unir la morfología y la teleología (cf. Darwin 1959, p. 367). Aunque esto es un asunto controvertido, puede decirse que no es cierto que el darwinismo promueva la desaparición de la teleología en biología. (Diéguez 2012, p. 179)

BIBLIOGRAFÍA

- ARISTÓTELES. *Acerca de la generación y corrupción; tratados breves sobre historia natural*. (Ernesto La Croce y Alberto Bernabé P., trad.) Madrid: Gredos, 1987.
- _____. *Física*. (Guillermo R. De Echandía, trad.) Madrid: Gredos, 1995.
- _____. *Metafísica*. (Tomás Calvo M., trad.) Madrid: Gredos, 1994.
- AYALA, F. J. (1968). "Biology as an Autonomous Science". *American Scientist*, vol. 56, n. 3, pp. 207-221.
- _____. (1970). "Teleological Explanations in Evolutionary Biology". *Philosophy of Science*, vol. 37, n. 1, pp.1-15.
- _____. (1998). "Teleología y Adaptación en la evolución biológica". En: Martínez, S. y A. Barahona (eds.), *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, pp. 495-510.
- _____. (1999). "Adaptación and novelty: Teleological explanations in evolutionary biology". *History and Philosophy of the Life Sciences*, vol. 21, pp. 3-33.
- _____. (2013). *Evolución, ética y religión*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- AYALA F. J., DOBZHANSKY, STTEBINS, VALENTINE. (1993). *Evolución*. (Montserrat Aguadé, trad.). Barcelona: Editorial Omega.
- AYALA, F. J., y DOBZHANSKY, T. (Eds.). (1998). *Estudios sobre la filosofía de la biología*. (Carlos Pijoan Rotge, trad.). Barcelona: Editorial Ariel. S. A. (Obra original publicada en 1974).
- AQUINO, T. (1954). *Suma Teológica*. (P.P. Dominicos, trad.). Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos. (Obra original publicada en 1265).
- BARAHONA, A. y TORRENS, E. (2004). "El telos aristotélico y su influencia en la biología moderna". *Ludus Vitalis*, vol. 12, n. 21, pp. 161-178.
- BECKNER, M. (1959). *The Biological Way of Thought*. Berkeley: University of California Press.
- _____. (1971). "Teleology". In Munson, R. (ed.), *Man and Nature*. New York: Dell Publishing, pp. 92-101.
- CANO E. D. (2002). *Epistemología del discurso biológico de francisco J. Ayala*. (Tesis doctoral inédita), Málaga: Universidad de Málaga. Disponible en: <http://www.biblioteca.uma.es/bbldoc/tesisuma/16275603.pdf>
- CAPONI, G. (2002). "Explicación seleccional y explicación funcional: la teleología en la biología contemporánea". *Episteme*, n. 14, pp. 57-88.
- _____. (2006). "El viviente y su medio: antes y después de Darwin". *Scientiae studia*, vol. 4, n. 1, pp. 9-43.
- _____. (2013). "Teleología Naturalizada: Los conceptos de función, aptitud y adaptación en la Teoría de la Selección Natural". *THEORIA. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, vol. 28, n. 1, pp. 97-114

- _____. (2014). *Leyes sin causas y causas sin ley en la explicación biológica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Rectoría.
- _____. (2015). “La explicación causal biológica en el marco de una ontología fisicalista”. *Filosofía e Historia da Biología*, n.10, pp. 37-48.
- CELA C. J. Y AYALA, F. J. (2001). *Senderos de la Evolución Humana*. Madrid: Alianza Editorial.
- CORREDOR, V. (2007). “Neodarwinismo y nueva síntesis”. En: Rosas, A. (ed.). *Filosofía, darwinismo y evolución*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, pp.37-56.
- CUMMINS, R. (1975). “Functional Analysis”. *The Journal of Philosophy*, vol. 72, n. 20, pp. 741-765.
- DARWIN, C. (2009). *El origen de las especies por medio de selección natural*. (Antonio de Zulueta, trad.). Madrid: Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1859).
- DIÉGUEZ, A. (2012). *La vida bajo escrutinio. Una introducción a la filosofía de la biología*. Barcelona: Biblioteca Buridán.
- DOBZHANSKY T. (1973). “Nothing in biology makes sense except in the light of Evolution”. *American Biology Teacher*, vol. 35, n. 3, pp. 125-129.
- DOBZHANSKY, T., AYALA, F. J., STEBBINS, L., y VALENTINE, J. (1980). *Evolución*. (Traducción española). Barcelona: Omega. (Obra original publicada en 1977).
- HUXLEY, J. (1942). *Evolution: The Modern Synthesis*. New York: Harper & Brothers.
- GOULD, S. J. (1986). *El pulgar del panda: ensayos sobre evolución*. Buenos Aires: Hyspamerica
- _____. (1995). *La vida maravillosa Burgess Shale y la naturaleza de la historia*. Barcelona: Crítica.
- GHISELIN, M. T. (1994). “Darwin`s language may seem teleological, but his thinking is another matter”. *Biology and Philosophy*, vol. 9, pp. 484-492.
- KANT, I. (2013). *Crítica del Juicio*. (Manuel G. Morente, trad.). Barcelona: Espasa. (Obra original publicada en 1790).
- KUHN, T. (1989). ¿Qué son las revoluciones científicas? (José Romo Feito, trad.). Barcelona: Paidós. (Obra original publicada en 1987).
- _____. (2006). *La estructura de las revoluciones científica*. (Carlos Solís Santos, trad.) México: Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1962).
- LINCOLN, BOXSHALL y CLARK. (1995). *Diccionario de Ecología, Evolución y Taxonomía*. México: Fondo de Cultura Económica.
- LENNOX, J. G. (1993). “Darwin was a teleologist”. *Biology and Philosophy*, vol. 8, pp. 409-421.
- LYNCH, M. (2007). “The frailty of adaptive hypotheses for the origins of organismal complexity”. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol.104, pp. 8597-8604.
- MAYR, E. (1968). *Especies animales y evolución*. (Faustino Cordon, trad.). Santiago: Ariel. (Obra original publicada en 1966).
- _____. (1983). “The concept of Finality in Darwin and after Darwin”. *Scientia*, vol. 118, pp. 97-117.
- _____. (1988). *Toward an-New Philosophy of Biology*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- _____. (1992). *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo*. (Santo Casado de

- Otaola, trad.). Barcelona: Crítica. (Obra original publicada en 1991).
- _____. (1998a). "Los múltiples significados de 'teleológico'". En: Martínez, S. y A. Barahona (eds.), *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, pp. 431-461.
- _____. (1998b). "Causa y efecto en biología". En: Martínez, S. y A. Barahona (eds.), *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, pp. 82-95.
- _____. (2004). *What Makes Biology Unique? Considerations on the autonomy of a scientific discipline*. New York: Cambridge University Press.
- _____. (2006). *Por qué es única la biología: consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica* (José María Lebrón, trad.). Buenos Aires: Katz (Obra original publicada en 2004).
- MONTALENTI, G. (1983). "Aristóteles hasta Demócrito vía Darwin: breve perspectiva de un largo recorrido histórico y lógico". En Ayala, F. J. y Dobzhansky (eds.). *Estudios sobre la filosofía de la biología*. España, Ariel, Página 25-44.
- OSPOVAT, D. (1978). "Perfect adaptation and teleological explanation: Approaches to the problem of the history of life in the mid-nineteenth century". *Studies in the History of Biology*, vol. 2, pp. 33-56.
- PALEY, W. (2009). *Natural Theology*. New York: Cambridge University Press. (Obra original publicada en 1802).
- PONCE, M. (1978). "Explicaciones teleológicas en biología: Panorama Actual y Antecedentes Históricos". *Crítica: Revista Hispanoamericana de Filosofía*, vol. 10, n. 28, pp. 77-104.
- POPPER, K. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson. (Traducción castellana: *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Editorial Tecnos, 1962).
- _____. (1963). *Conjectures and Refutations*. Harper. (Traducción castellana: *El desarrollo del conocimiento científico: conjeturas y refutaciones*. Buenos Aires: Paidós, 1967).
- PITTENDRIGH, C.S. (1958). "Adaptacion, Natural selection, and Behavior. En: Roe, A. and Simpson, G. (eds.), *Behavior and Evolution*. New Haven: Yale University, pp. 390-416.
- ROSAURA, R., y FRANCISCO, F. J. (1998). *El método en las ciencias: Epistemología y Darwinismo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- SARMIENTO, P. J. (2009). *La filosofía de la biología de Ernst Mayr: problemas biológicos y filosóficos en las teorías de la evolución*. (Tesis doctoral inédita), Madrid: Universidad Complutense. Disponible en: <http://eprints.sim.ucm.es/9721/1/T31553.pdf>
- SOBER, E. (1996). *Filosofía de la Biología*. (Tomás R. Fernández, y Susana del Vigo, trad.). Madrid: Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1993).
- _____. (2004). "Evolución, pensamiento poblacional y esencialismo". *Ludus Vitalis*, vol. 12, n. 21, pp. 115-147.
- TOULMIN, S. (1972). *Human Understanding*. Princeton University Press. (Traducción castellana: *La comprensión humana*. Madrid: Alianza Editorial, 1977).
- WIMSATT, W. C. (1972). "Teleology and the logical structure of function statements". *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 3, pp. 1-80.
- WOLFF, C. (1963). *Philosophia rationalis sive logica*. New York: Bobbs Merrill. (Obra original publicada en 1728).
- WOODWARD, J. (2003). *Making things happen: a theory of causal explanation*. Oxford:

Oxford University Press.

WRIGHT, L. (1973). "Functions". *The Philosophical Review*, vol. 82, n. 2, pp. 139-168.

