# Finalismo

*Philippe Dalleur*
*Modo de citar:*
*Dalleur, Philippe. 2016. "Finalismo". En Diccionario Interdisciplinar Austral, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. URL=https://dia.austral.edu.ar/Finalismo*

Versión española de Finalism, de la Interdisciplinar Encyclopedia of Religion and Science.

Traducción: Luz Marina Duque Martínez

Después de estudiar los problemas terminológicos y semánticos en torno al finalismo, una noción analógica variada, se analiza brevemente el vínculo y las diferencias entre finalismo, determinismo, predictibilidad y espontaneidad. En una segunda parte, se estudian algunos sistemas finalísticos históricos que respaldaron el Teísmo: el gobierno del mundo en la quinta vía tomística; la naturaleza como “Sistema de Fines” y el Hombre como “Fin Ultimo” según Kant; la armonía entre azar y finalidad en las filosofías de la temporalidad, como las filosofías de Bergson y del Proceso. En une tercera parte se ve como la ciencia moderna ha recuperado la finalidad bajo diversas nociones: atractores, irreversibilidad, entropía, principio antrópico, auto-organización, economía de complejidad, de información y formaciones fractales, teleonomía, retroalimentación (feedback) e anticipación (feed-forward) cibernéticas, semiótica, etc. Después se detiene en un desarrollo del finalismo en los vivientes, con análisis crítico de la teoría de la selección natural, sobrepasando la visión reduccionista genética con explicaciones epigenéticas, ontogenéticas, embriológicas y morfogenéticas. Los vivientes utilizan o provocan a menudo el azar para fines ventajosos. La lucha por la sobrevivencia se completa con la cooperación y la simbiosis. La morfogénesis se ilustra con una teleología predadora: la presa es una causa final esencial para la morfología del predador. El progreso evolutivo de la red de los vivientes no se cristaliza tanto en más complejidad, sino en una ampliada autonomía dependiente y una eficiencia optima, a veces con simplificaciones, parsimonia, división del trabajo, plasticidad, diversificación y simbiosis, etc. La vida aparece como un sistema complejo abierto que evoluciona hacia más autonomía formal unida a más dependencia material. Este sistema biológico y ecológico, prepara el salto ontológico de la libertad humana, del cual habló San Juan Pablo II.

## 1 Noción de Finalismo ↑

### 1.1 Problemas de definición y terminología ↑

En este artículo se prefiere el neologismo “finalismo” (*finalism*) sobre el término “finalidad” (*finality*), debido a sus diferentes significados en el inglés moderno: decisión, destino, estado final estable, propósito, finalidad, propensión, inclinación, etc. El *Free Online Dictionary* define finalidad como “la creencia en causas finales.” Aristóteles criticó el reduccionismo mecanicista (atomismo, materialismo) con su doctrina de las cuatro causas. Definió ampliamente “causa” como “factor explicativo o responsable” de algún suceso o característica. También fue el primero en declarar, desde un punto de vista tanto racional como heurístico que existen causas finales en la naturaleza. Esta declaración está basada en la intuición que los cambios organizados o los eventos resultantes de alguna acción, están orientados directamente a alcanzar un propósito o finalidad, sea intencionalmente o no.

El finalismo natural responde a preguntas metafísicas, tales como: ¿por qué las formas naturales aparecen como lo hacen? ¿Hay procesos que tiendan naturalmente hacia alguna finalidad? De la misma manera que las leyes naturales a menudo relacionan la causalidad con la predicción de estados finales, el finalismo ha estado ligado al determinismo. La ciencia moderna ha añadido mucho indeterminismo en sus explicaciones: en física cuántica, en las teorías de caos, en las mutaciones aleatorias, etc. Aristóteles no opuso simplemente azar a causalidad, sino que describió “azar y

espontaneidad" como "causas accidentales" o "infinito número de causas posibles" (Aristóteles, *Física*, II, 5-6: 197a32 – 198a13). Es posible que el universo se deba a la espontaneidad; sin embargo, esta respuesta parece demasiado limitada para él, en la medida en que las causas accidentales no pueden ser las causas últimas de la realidad: más allá de estas causas debe existir algún agente natural o inteligente, como causa.

Una causa final posee intrínsecamente alguna guía, aunque sea impredecible. Aristóteles no menciona la noción en algunos lugares (Aristóteles, *Meteorología*, 390b y *De la generación y la corrupción*, 335a, 28-31), porque a diferencia de las otras causas (material, formal, eficiente), una causa final está presente solamente como una tendencia activa en el trabajo cooperativo de las otras tres causas. Pero esta presencia virtual es previa al comienzo de la acción. Esto generaliza el "Principio de Inclinación Natural", propuesto por la escolástica, de acuerdo con el cual *la causa final es primera en intención, y última en ejecución*. (Ver Tomás de Aquino, *Summa theologiae* I-II, q 1, a 2, c). Una causa final puede ser un consejo, un propósito, un deseo o una virtud: no necesita ser una sustancia o una energía. En otras acciones causales –especialmente en las que incluyen la causa eficiente– se revela la presencia real de una tendencia intrínseca hacia algún *telos,* "por el bien del cual" el proceso es llevado a cabo. (Aristóteles, *Física*, II, 3, 194b 15 ff.).

Para Marjorie Grene (Grene 1972, 397-398), las "clases de 'fines' que usualmente le interesaban a Aristóteles eran fines determinados de procesos particulares dentro del mundo natural." Pero Marie George rechaza que el *telos* aristotélico sea un mero punto final porque debe ser naturalmente útil para el ser (Aristóteles, *Metafísica*, 988 b 6-16): la muerte no es un *telos*, aunque es un punto final.

Inclusive reduccionistas convencidos admiten la idea de finalismo o diseño "para un propósito" (Dawkins 1986, 1-5; Crick 1988, 138), particularmente en biología. Abundan notables ejemplos: los genes, las proteínas y los ribosomas presentes en el ADN que trabajan juntos para producir proteínas; ayudan a doblar proteínas para lograr una forma funcional, o a desdoblarlas para atravesar el canal de una membrana, ayudándolas después a doblarse correctamente de nuevo; las moléculas de kinesina y dineina "se desplazan" sobre microtúbulos para llevar sus organelos hacia regiones celulares remotas; por el mensaje codificado de su danza en forma de 8, la abeja precoreadora comunica a las otras abejas la dirección y distancia de las flores que les interesan (cf. von Frisch 1973); los pulmones crecen en los fetos para hacer posible la respiración futura; los animales muestran asombrosas habilidades para la depredación y la defensa; los camaleones "atrapan" moscas pegándolas a su lengua extensible; las águilas capturan sus presas en la mitad del vuelo; el pez arquero derriba insectos con chorros de agua; las nutrias golpean fuertemente las ostras con piedras para abrirlas; los escarabajos bombarderos derraman ácido candente en contra de los enemigos que los amenazan; la estrategias de grupo para cazar, guardar o esconder comida permiten mejores probabilidades de supervivencia; etc.

La noción de finalismo es fuertemente analógica, es decir, una que tiene varios significados semejantes. Esto genera terminología ambigua y confusión. Artigas (Artigas 2000, 126-127; 2002, 652) reconoce varios tipos diferentes de finalismo en el concepto de "teleología natural" (término, propósito, valor, objetivo, proyecto), todos los cuales son compatibles con el azar (ver abajo, IV, 3). Él analiza el papel de la *dirección, la cooperación* y *la función,* y distingue entre *fines subjetivos* y *objetivos.* Ayala (Ayala 2007; 1998, 101-106) introduce el concepto de *teleología natural ilimitada*: la teleología puede ser *externa (artificial)* o *interna (natural).* La última puede ser *limitada* cuando está relacionada con un estado final a pesar de variaciones medioambientales, o *no especificada, ilimitada,* cuando está relacionada con un estado final abierto o "no predeterminado". La adaptación de organismos es de tipo no especificado, con un uso evolutivo del azar y la exploración abierta, es esencial para la plasticidad y autodeterminación de los sistemas vivos. Ernst Mayr (Mayr 2004, 61) distingue cinco definiciones de *procesos teleológicos*: a) *teleomática* (sin búsqueda de un fin preciso); b) *teleonómica* (con fines programados o preparados, con finalismo interno); c) *comportamientos orientados* o tendencias planificadas (acerca de algún propósito intencional); d) *sistemas adaptados* (sobrevivencia sin ninguna "finalidad" real); e) *teleología cósmica* (dirección global de un sistema completo respecto a un fin, bien sea externo o un propósito meta-material). Mayr concluye que los cuatro primeros significados se refieren a una teleología puramente aparente, rechazando la última. Pero rehabilita el finalismo aristotélico, aunque sea en un marco teórico materialista (Mayr 2004, 110-112).

Siguiendo las reflexiones previas, distingo aquí seis significados diferentes de finalismo (enfatizando sus términos esenciales), comenzando con la noción genérica de "resultado":

a) *resultado*: un *resultado* de algún proceso que es fortuito, contingente o necesario, tal como una muerte *accidental*

por la caída de una piedra. Generalmente no está presente una causa final específica, considerando que el resultado proviene de una causa accidental (suerte); algunas funciones en tanto condiciones son resultados (nichos ecológicos, clima, catástrofe).

b) *fin* o *término*: un resultado generalmente relacionado con estados finales siguiendo las leyes naturales, a menudo de modo necesario, tales como una *tendencia teleomática* para aumentar la entropía, para permanecer en el fondo del agua, para amortiguar las vibraciones, para morir, etc.

c) *meta*: un resultado *benéfico* o *útil* para algún ser (o seres) capaz de influir en sus *logros*, tales como funciones biológicas incluyendo aptitudes, codificación y construcción de proteínas por el ADN, supervivencia de especies, migraciones de aves; esos logros son alcanzados a menudo de una manera contingente, son aproximadamente equivalentes a un objetivo, o desafío, a menudo inscrito en la naturaleza de los seres. Es similar a *telos*, aunque *telos* puede ser simplemente un fin útil.

d) *proyecto* u *objetivo*: un fin propuesto o anticipado, generalmente instintivo o inconsciente, tal como cazar presas para alimentar a los animales bebés, un buitre aplastando los huesos para comer la médula, una abeja danzando para comunicar el lugar de las flores interesantes, máquinas biomoleculares poniendo proteínas juntas para construir y sujetar un flagelo motorizado en las membranas celulares.

e) *propósito*: un proyecto (*diseño, plan)* consciente o un diseño intencional, por ejemplo, un hombre que escribe un artículo.

f) *teleología cósmica*: un proyecto global universal o tendencia hacia un estado final para los individuos, la Tierra o inclusive todo el Universo; puede ser consciente o inconsciente, determinado o indeterminado, o una combinación de ambos, tal como el Diseño Inteligente, el *élan vital*, algunas versiones de Gaia, el *Principio Antrópico Fuerte*, la [[Creación]] libre, la emanación divina, la predestinación, la Providencia ordinaria o extraordinaria, etc.

## 1.2 Anti-finalismo ↑

Desde que Darwin publicó el *El origen de las especies* (Darwin 1859), palabras como *teleología* y *finalidad* despiertan a menudo reacciones hostiles, pues son conceptos que se conectan fácilmente con explicaciones sobrenaturales, las cuales no deberían tener lugar en la ciencia. Como Wattles, Ayala, Mayr, Grene, Cameron y otros han sostenido, Aristóteles es acusado erróneamente de invocar una teleología anti-científica, neologismo inventado, en realidad, por Christian von Wolff en 1728.

En un artículo titulado *Darwin era una Teleólogo*, James Lennox (Lennox 1993; Lennox 1994) responde contra Michael Ghiselin. Según Ospovat y Ghiselin (Ghiselin 2004, 489-492) cualquier interpretación teleológica de Darwin debe ser rechazada porque él nunca aceptó la existencia de verdaderas *causas finales.* Pero otros como Lennox, Young, Beatty, Kohn y Muñoz-Rubio, están en desacuerdo. Para Muñoz-Rubio (Muñoz Rubio 2003, 303 y 308-310), los manuscritos de Darwin revelan su prudencia a propósito de la evidencia de *diseño, causa final* y *progreso en la naturaleza*: siguiendo el gradualismo de Darwin, tal evidencia aparece indetectable o inexistente en la escala humana. Pero sin suficiente confirmación empírica, Darwin está dividido entre dos posibles interpretaciones de su teoría. Después de *El origen de las especies,* no vio ningún *diseño inteligente* en cada paso evolutivo, pero se sintió inclinado a admitirlo en las leyes de la naturaleza o inclusive en la macroevolución; rechazó la idea de una selección natural continuamente progresiva, pero le pareció plausible el progreso a largo término. Por consiguiente, parece que Darwin evitó el conflicto que se hubiera derivado de admitir estos conceptos en una escala global. Y apoyó, al menos, algún finalismo en las predicciones de Malthus acerca de la dinámica de la población, entre dos factores: “los medios de subsistencia” y “las tasas de nacimiento y de muerte” (en términos malthusianos). Estos constituyeron la base de simulaciones informáticas de modelos del Darwinismo.

## 1.3 Finalismo, indeterminismo y causa contingente ↑

En el *Random House Unabridged Dictionary*, el finalismo es definido como "la doctrina o creencia según la cual *todos* los eventos están *determinados* por sus propios fines." Esta definición me parece muy radical, porque se basa en un determinismo finalístico universal que automáticamente deja por fuera cualquier contingencia, una concepción que resulta fácil de probar como errónea. Presento dos objeciones: a) Estoy en desacuerdo con la completitud del determinismo, porque no es lógico que cada evento posible en un mundo determinístico deba estar únicamente determinado; b) el *finalismo naturalista* no necesita ser universal y/o determinístico para existir en la naturaleza.

Debido a que el finalismo naturalista está asociado con el determinismo, la noción, con frecuencia, es exageradamente contrastada con azar, caos e indeterminismo. El azar se refiere a la impredictibilidad de los acontecimientos, lo que lleva a considerarlos como indeterminados. Caos se refiere a un aparente desorden dinámico, que parece indeterminado o incoherente, y que a menudo es resultado de procesos altamente divergentes, es decir, sensible a pequeñas variaciones en las condiciones iniciales. La causalidad no es necesariamente mecánica, determinística o única, y puede ser compatible con varias clases de indeterminismo: posibilidades de múltiple efecto, caos determinístico o aleatoriedad casual bajo control genérico, como en la mecánica cuántica. El Principio de Causalidad establece simplemente que una causa es un principio respecto al cual algunas cosas *dependen* en su ser o acción. Esta dependencia no es siempre necesaria o determinada: al contrario, puede ser contingente, accidental o indeterminada. En la presentación del significado de causalidad cuántica de Marx Born, Sanguineti y Artigas (Artigas y Sanguinetti 1989, 246-247) observan: "Solamente un indeterminismo total sería incompatible con la causalidad y la existencia de leyes naturales. La confusión de causalidad con determinismo fuerte es un error debido al racionalismo [...]. Al contrario, para Max Born: 'La afirmación, hecha frecuentemente, de que la física moderna ha renunciado a la causalidad, es completamente infundada. Es verdad que la física moderna ha modificado o renunciado a muchas ideas tradicionales; pero dejaría de ser ciencia si abandonara la búsqueda de las causas de los fenómenos.' Y en otro lugar: 'propiamente entendida, la causalidad no es eliminada, solamente la interpretación tradicional de ella, consistente en su identificación con el determinismo.' Esta interpretación se deriva de Kant. Para Aristóteles, sin embargo, muchas causas pueden ser contingentes y de acuerdo a ello, sujetas a factores fortuitos."

## 1.4 Finalismo, predictibilidad y espontaneidad causada deterministicamente ↑

Recientemente ha habido muchos debates acerca de la posibilidad de la espontaneidad pura o del indeterminismo sin sentido en un mundo —siguiendo a Newton, Laplace o Einstein— gobernado completamente por leyes determinísticas. Hoefer (Hoefer 2008) sostiene que un mundo como ese "está lleno de posibilidades para que falle el determinismo," porque permite singularidades inherentes donde las leyes de la física fallan, o se degeneran produciendo infinitos resultados igualmente posibles: por ejemplo, en la teoría de la relatividad general, "el horizonte de Cauchy" en algunos modelos de agujeros negros; en los mundos newtonianos, sistemas gravitacionales que generan velocidades infinitas, sistemas con infinitas acciones en un tiempo finito, llamadas "*supertasks*", o el Domo de Norton. Tales ejemplos parecen erradicar la posibilidad de completitud en términos naturales determinísticos puros: la posibilidad de causas "libres" o movimiento espontáneo parece inevitable.

Aunque uno pueda defender el caso por la libertad o la contingencia, a menudo surgen, sin embargo, pasos confusos entre la realidad causal y la representación o modelización puramente determinística, entre finalismo y predictibilidad, causalidad y determinismo, o a-causalidad e indeterminismo. Además de su habitual carácter abstracto, estos modelos consideran casos extraños o singularidades locales, que restringen una determinación matemática del futuro. Parece ser una versión científica moderna de un sofismo similar a la paradoja de Zenón.

Por ejemplo, Norton (Norton 2003) apoya cierto escepticismo causal reduciendo la causalidad a un epifenómeno, sin importar que admita la causalidad práctica y el finalismo para la "divulgación científica". Norton también enfatiza, muy fuertemente, que en un sistema newtoniano determinístico, una bola infinitesimal en el tope de su Domo, podría, o bien permanecer allí indefinidamente, o moverse espontáneamente, "sin ninguna causa", en cualquier dirección horizontal en un tiempo finito. Desde mi punto de vista, el movimiento "espontáneo" o la permanencia de la bola, inclusive si es impredecible, es causado (en el sentido dado por Max Born) por la gravedad de la Tierra, y la forma y la

interacción del domo con la bola, como en el caso del número infinito de causas accidentales, propuesto por Aristóteles. Ciertamente, Norton admite y usa leyes causales: de otra manera, no habría podido lograr este caso. Para una aplicación causal, él *predice* matemáticamente los procesos determinísticos y no-determinísticos (o degenerados). Pero la predictibilidad no requiere causas finales. Norton parece mezclar causalidad y determinismo, sugiriendo erróneamente que no hay causa inicial. Las causas co-producen —es decir, causan— el movimiento en el tope, sin predeterminarlo inequívocamente: la determinación surge espontáneamente de las causas en el impredecible momento de la acción.

Por tanto, la espontaneidad puede emerger en un mundo determinístico ideal, pero debe ser causada. Así, las causas inician y preceden sus efectos impredecibles, pero esto se establece solo *a posteriori*, una vez que los eventos se han manifestado. Adicionalmente, todavía se mantiene la presencia de una causa final asociada con este sistema: ella degenera en una clase bien definida de estados finales igualmente posibles. Este caso puramente académico muestra dos cosas de una manera muy interesante: a) la distinción prudente que debemos hacer entre conceptos cercanos como finalismo y predictibilidad, causalidad y determinismo, realidad y capacidad de modelar; y b) la posibilidad de *causalidad contingente* inclusive en modelos determinísticos del mundo.

## 2 Sistemas finalísticos históricos naturales que respaldan el teísmo ↑

Tomas de Aquino entendió el *telos* como un paradigma para desarrollar su quinta *vía* racional acerca de Dios, como Legislador y Gobernador de todas las cosas, citada frecuentemente, de una manera imprecisa, como el *Argumento del Diseño de Aquino.* Una de las dificultades más grandes del argumento del Diseño (cósmico) no es de naturaleza científica sino filosófica: es conocido como el “problema de las imperfecciones naturales” (el cual se extiende al “Problema del mal”, o “Problema del dolor”). La innegable existencia en la naturaleza de adaptaciones mal logradas, monstruos, errores, órganos innecesarios, ADN “basura”, crueldad, parasitismo, etc. parece confirmar la chapucería o falta de diseño, así como la falta de (evidencia de) un diseñador, al menos de un Dios perfectamente bueno, omnisciente y omnipotente. Casi todos los agnósticos y ateos consideran este aspecto como el argumento clave en contra de la existencia de Dios o de la Providencia. No trataremos directamente este complejo problema aquí, pero estudiaremos las conexiones entre el *finalismo natural* y algunos *finalismos cósmicos religiosos* en tres sistemas filosóficos importantes, que no apelan simplemente a un Diseñador: el Tomismo, el Kantismo y la filosofía del Proceso.

### 2.1 Quinta vía de Tomás de Aquino, gobernador inteligente o finalismo natural ↑

Tomás de Aquino parte de la evidencia de finalismo en la naturaleza para concluir la verdad de la teleología cósmica divina (Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, I, q. 2, a. 3): no es una prueba de Dios a partir de diseños detectables o fines (Dios como diseñador o causa final última), sino a partir del “gobierno de las cosas naturales” (*quinta via sumitur ex gubernatione rerum*) a través de finalismos naturales. *Gobierno* y *Providencia* son más generales, holísticas, atemporales y sistemáticas que *diseño. Gobierno* y *Providencia*, aplicadas a Dios, controlan la aleatoriedad pasada, presente y futura, los diseños no óptimos, o gobernados por otros, orientados hacia una perfección más sistémica u holística que aquella de los *diseños* parciales temporales. El gobierno se extiende dinámicamente desde el pasado hasta el futuro a través del presente.

La noción moderna de diseño debe ser aplicada con gran cuidado al Tomismo. El término *diseño* proviene del Italiano *disegno* y fue usado desde 1444, bastante tiempo después de Tomás de Aquino, para identificar representaciones gráficas o cosas fabricadas de acuerdo a un plan o planeadas como algo opuesto a las artesanías primitivas. Más que nada indica un sistema prediseñado, estático, a menudo complejo e ingenioso, semejante al ejemplo aristotélico de plan de casa. Después del triunfo del mecanicismo kepleriano y cartesiano, así como de la teología protestante, o inclusive “cósmica” (Calvin, Paley, Heindel, etc.), se adoptó esta noción con el consiguiente punto de vista reducido, restringido a causalidad eficiente (o secundaria), de Dios como el “Gran Arquitecto” o “Relojero”. El pensador católico John Haught criticó, en una entrevista, este uso teológico de “*diseño* perfecto” así como la concepción rígidamente predestinada acerca del “cierre de posibilidades para un futuro” o progreso, evolución y autonomía. (Ver entrevista

Counterbalance en inglés).

El finalismo natural de Aquino relaciona los seres irracionales, que carecen de pensamiento (*qui cognitione carent*), con pretendidos fines, no-causales, alcanzados, frecuentemente o siempre, para su propio bien o el de otros. Estos finalismos inteligibles e interactivos en la naturaleza manifiestan algún finalismo externo o intención, porque, añade Aquino, *non a casu, sed ex intentione perveniunt ad finem*, es decir, logran sus fines no casualmente sino a propósito, como la flecha (irracional) disparada hacia su objetivo por la intención del arquero. (Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, I, q. 103, a. 8 c). La traducción inglesa "*not fortuitously, but designedly, do they achieve their end*," mezcla los conceptos de "gobierno" o "providencia" y "diseño". La Providencia, según Tomás de Aquino, predestina las cosas hacia un fin, la "razón o el orden" eterno en Dios. Como Providencia, Dios gobierna todas las cosas inmediatamente; sin importar que en el ejercicio de su Gobierno, Él gobierne algunas cosas por medio de otras (Tomás de Aquino, *Summa theologiae* I, q. 103, a. 6 c.). La Providencia puede ser: a) *general* (gobierno del mundo a través de leyes naturales y aleatoriedad); b) *especial* (el gobierno de los hombres libres y de los ángeles); o c) *muy especial* (acciones o intervenciones divinas supernaturales: milagros, profecías, gracia, sacramentos, Iglesia, Encarnación, etc.) (Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, I, q. 113; Tomás de Aquino, *De Veritate* q. 5, a. 5).

El finalismo natural cae bajo la providencia general u ordinaria la cual, al contrario de la providencia extraordinaria, no fuerza o sobrepasa la naturaleza: no solamente hace que las cosas ocurran, sino que lo hace tanto por necesidad como por contingencia, de acuerdo a la naturaleza de las causas próximas (Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, I, q. 22, a. 4). El Dios de Aquino actúa esencialmente de acuerdo a la providencia ordinaria: no actúa normalmente en contra de lo establecido, corrigiendo con intervenciones sobrenaturales lo que supuestamente no es permitido por el gobierno ordinario. Esto es, Aquino está de acuerdo con Dionisio (Tomás de Aquino, *In de divinis nominibus*, IV, 23) quien sostiene que "corromper la naturaleza no es el trabajo de la Providencia," la providencia no destruye la aleatoriedad, la contingencia, ni las causas secundarias, más bien produce resultados para que el orden de las causas secundarias también quede cobijado por la Providencia, dentro de ciertos límites. (Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, I, q. 23, a. 8 c).

Tomás de Aquino concluye que *todos* los seres naturales han sido ordenados hacia sus fines por un Gobernador Inteligente Supremo, añadiendo más tarde que a menudo Él puede comunicar alguna co-causalidad a las creaturas, permitiéndoles convertirse en ayudantes capacitados para producir vida tanto por generación espontánea, como propia. (Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, I, q. 22, a. 3; q. 23, a. 8, ad 2um; q. 71, a. 1 ad 1um; q. 118, a. 1). Para Aquino, el orden casi permanente que observamos en las cosas es un signo de que ellas son gobernadas (Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, I, q. 103, a. 1 c.). Razona que "cualquier orden natural y cualquier colección de seres es preservado en armonía debido a algún gobierno providencial" (Tomás de Aquino, *De Veritate*, q. 5, a. 2 s.c. 2-3). Aquino admite que puede haber cosas cuyo diseño no es el mejor, o inclusive no tienen diseño alguno (*casualia et mala*, no sujeta a leyes, accidental, errada, o corruptible), aunque esta falta de diseño puede volverse, providencialmente, hacia un orden más alto, difícilmente cognoscible por nosotros (Tomás de Aquino, *Summa theologiae*, I, q. 19, a. 6 c; a. 7 ad 2um; q. 18, a. 3 c; q. 22, aa. 1-2; q. 103, a. 7 ad 2um; Tomás de Aquino, *II Sententiarum*, d. 1 ad 3um). La Primera Causa conoce, crea y regula todo, ya sea necesario o contingente. Reinhardt (1944) considera que el finalismo interno tal como el propuesto por Aquino es tan coherente y universalmente ordenado, que, inclusive con aparentes incongruencias y desórdenes, conduce a finalismo externo de nivel cósmico.

No ser cuidadoso al hacer estas distinciones puede llevarlo a uno a no comprender adecuadamente la manera en que Dios actúa normalmente en la Naturaleza, como en ciertas interpretaciones del movimiento del *Diseño Inteligente (DI),* el cual a veces presenta a Dios como un maestro artesano o trabajador de laboratorio, es decir, como una super-causa secundaria que actúa en los procesos biológicos, físicos y químicos: en consecuencia, varios defensores del DI sostienen que su Diseñador no es necesariamente Dios, la Primera Causa. En cambio, para Aquino, la acción propiamente divina es absolutamente necesaria en todas las creaturas, especialmente en su naturaleza, propiedades y leyes fundamentales: el Gobernante de Aquino debe ser la Primera Causa absoluta metafísica, la Causa de las causas. Las causas secundarias actúan *relativamente*, siguiendo leyes y contingencias dinámicas o límites dictados por su Creador.

A este respecto, la *Comisión Teológica Internacional* (2004) señaló la importancia de las ideas de Tomás de Aquino, estableciendo que la apelación a la intervención divina para llenar vacíos explicativos en ciencia es incorrecta,

excepto para la causalidad ontológica (creación *ex nihilo* de los seres o de cada persona): "El actual debate científico [... entre neodarwinistas y sus críticos] parece quizá partir de una concepción errónea de la naturaleza de la causalidad divina [...]. Un grupo cada vez mayor de científicos críticos respecto al neodarwinismo señala, en cambio, evidencias de un designio (por ejemplo, en las estructuras biológicas que muestran una complejidad específica) [...]: es una controversia que no se puede resolver mediante la teología. Sin embargo, es importante señalar que, [...] la verdadera contingencia en el orden creado no es incompatible con una providencia divina intencional. La causalidad divina y la causalidad creada se diferencian radicalmente en su naturaleza y no solo en el grado. [...] La causalidad divina puede estar activa en un proceso tanto contingente como guiado. [...] El recurso a la causalidad divina para llenar vacíos genuinamente causales, y no para dar respuesta a lo que resta sin explicación, no significa utilizar la actuación divina para llenar los «huecos» del saber científico (dando lugar así al denominado «Dios tapa-agujeros»). Las estructuras del mundo se pueden ver como abiertas a la actuación divina no disruptiva al causar directamente acontecimientos en el mundo. [...] Actuando indirectamente a través de las cadenas causales que operan desde el principio de la historia cósmica, Dios ha creado las premisas para lo que Juan Pablo II ha llamado «*un salto ontológico [...] el momento de la transición a lo espiritual*». Si la ciencia puede estudiar estas cadenas de causalidad, corresponde a la teología situar este relato de la específica creación del alma humana dentro del gran plan del Dios Uno y Trino." (*Comunión y servicio: La persona humana creada a imagen de Dios*, 2004, 69-70).

El Dios de Aquino es, por tanto, Gobernador de la necesidad, de la aleatoriedad y de los eventos negativos, capaz de aprovechar imperceptiblemente innumerables acontecimientos naturales que convergen gradualmente, para nuestra sorpresa, hacia resultados previstos desde hace mucho tiempo por Dios. Esto no excluye la posibilidad de intervenciones especiales (las cuales están por fuera del reino de la ciencia), esta perspectiva muestra desarrollo creativo y mayor grandeza en el control divino que el simple diseño; además permite autonomía natural a las causas secundarias. Asombrosamente, inclusive si Darwin se sentía incapaz de reconciliar el cruel parasitismo de la larva de la avispa icneumón (que paraliza insectos para alimentarse lentamente de ellos), con la Divina Providencia, en la conclusión de *El Origen de las Especies* (The Role of a Hypothetic Creator is Compatible with the Evolution of the Biological Species), de la segunda edición (1860) y siguientes, sugiere alguna compatibilidad con la fe en Dios: "Hay grandeza en esta concepción según la cual la vida, con sus diferentes fuerzas, ha sido alentada por el Creador en un reducido número de formas o en una sola, y que, mientras este planeta ha ido girando según la constante ley de la gravitación, se han desarrollado y se están desarrollando, a partir de un principio tan sencillo, una infinidad de las formas más bellas y portentosas."

## 2.2 Kant: Naturaleza como "sistema de fines" y el hombre como "fin último" ↑

Kant dedicó su *Crítica del Juicio* (Kant 1790) a estudiar los juicios estéticos y teleológicos. Sin embargo, la ambigüedad de varias de sus nociones importantes (naturaleza, propósito, fin, mecánica, teleología) causó diversas interpretaciones. Kant ve la naturaleza como un "Sistema de Fines" cuya explicación mecánica interna es fenomenológicamente incompleta, razón por la cual requiere procesos teleológicos: la razón práctica para su existencia — su *fin último* — es externa. Un objeto tiene un fin, si tiene un propósito. Él aplica "propositividad" a organismos, artefactos, objetos bellos, al Sistema de la Naturaleza como un todo, especialmente a las relaciones armoniosas y jerárquicas en la Naturaleza. El hecho de que la Naturaleza sea propositiva para nuestras facultades cognitivas o de juicio es un principio *a priori* del juicio reflexivo. El "fin" kantiano parece de alguna manera subjetivo, un paradigma humano usado para explicar los trabajos de la Naturaleza, es decir, una idea regulativa que nos ayuda a capturar la estética de la naturaleza (propositividad subjetiva) y su utilidad y legalidad fenomenológica, especialmente de los organismos y funciones (propositividad objetiva).

Los "seres organizados" u organismos son considerados como "fines naturales", cuyas partes sostienen una relación con el todo. Podemos concebir sus posibilidades solo asumiendo que fueron producidas por diseño, posiblemente auto-diseño, siendo a la vez "causa y efecto de sí mismos" con propósitos internos: auto-replicación, auto-desarrollo, auto-alimentación, auto-reparación (hoy, homeostasis y autopoiesis).

Kant estuvo interesado en las ideas pre-evolucionistas de Maupertuis, Buffon, Foster y Herder, especialmente en su noción de potencial natural para la diversificación de la vida, escala gradual y progreso. En sus años tempranos, trató

de reconciliar la antinomia entre teleología y descripción mecanicista de la Naturaleza. Más tarde, después de su período "crítico", debe haber respaldado de alguna manera el transformismo, es decir, la transmutación evolutiva de las especies como un "mecanismo" natural, o proceso gobernado por leyes. Pero Kant siempre rechazó el transformismo puramente mecánico, el paso desde la materia no viviente hacia los seres vivos (como en la generación espontánea). Para él, la teleología rige en el mundo de los no-vivientes, porque la producción de organismos no puede reducirse exclusivamente a explicaciones mecánicas; debe ser considerada en términos teleológicos (ver §§ 78-81 de la *Crítica del Juicio*, y el ensayo de 1788 *Acerca del uso de principios teleológicos en filosofía*). En síntesis, en la medida en que el intelecto humano no puede entenderlo de otra manera, la mecánica del transformismo es vista como subordinada a los procesos teleológicos fundamentales de la naturaleza, la cual es percibida como un *Sistema de Fines* con una finalidad externa, más allá del dominio de la ciencia o de la causalidad eficiente.

En consecuencia, Kant distingue entre los "fines últimos" de la naturaleza (la teleología interna que conserva toda la naturaleza) y su "fin último" (la teleología externa, la *razón para* la existencia de la naturaleza como un todo), que él ve en el hombre moralmente libre. Cada ser humano es concebido como *noumeno* por el Sistema de la Naturaleza. Como explica Hannah Ginsborg (Ginsborg 2005), la idea kantiana del hombre como fin último de la Naturaleza es consistente con su idea práctica de Dios como Creador y Gobernador. Se relaciona más directamente con la teleología moral y práctica — no natural —.

## 2.3 Compatibilidad entre azar y finalismo en las filosofías de la temporalidad ↑

Bergson considera que a pesar de que el mecanicismo y el finalismo están por doquier en biología, sus definiciones clásicas no son adecuadas, especialmente desde la perspectiva del finalismo interno. Desde este punto de vista, el único finalismo viable es el *externo*, en un sentido ecosistémico de interacciones finalísticas entre órganos y organismos.

El finalismo bergsoniano está conectado, de alguna manera, cósmica y globalmente pero también está cargado intrínsecamente con lo inesperado, lo accidental, lo discontinuo y espontáneo. No obedece a un *plan* inmanente ni a un *Diseño* preconcebido, como el gran Plan de Leibniz; al contrario, para Bergson "manifestaría una gran armonía cuanto más avanza." Bergson ve la evolución de la vida, como el surgimiento ortogenético del *Élan vital* (ímpetu vital), que explora erráticamente las diversas posibilidades ofrecidas espontáneamente, salpicando y esparciendo la vida, adaptándose creativamente sin propósitos ni fines. (Ver Bergson, 2003, 107-108, 120-121 y 142).

Autores inspirados por la Filosofía del Proceso, cercanos a Bergson, desarrollaron una espontaneidad constructiva inmanente que Charles Sanders Peirce llama *tijismo* (del griego *tyche*, es decir, suerte), como un generador casual de orden, pero sin referencia a un plan pre-establecido. Teólogos procesualistas como Arthur Peacocke suponen que la evolución natural es creación divina a través de aleatoriedad y leyes, abiertamente hecha con emergencia creativa, no pre-diseñada, aunque sí teleológicamente dirigida hacia el hombre a través de aleatoriedad exploratoria, suerte, selección y auto-organización.

Con respecto al finalismo, las ideas claves para aquellos que asumen un Proceso de Pensamiento o una perspectiva bersogniana, incluyen la *capacidad auto-sobresaliente de la naturaleza*, su novedad creadora, su espontaneidad o falta de un diseño concreto preconcebido. Nicholas Rescher (Rescher 2008) separa a los procesualistas respecto de su punto de vista de la procesualidad de la naturaleza: a) el *ala naturalista* (generalmente secularista) ve "un empuje interno […] hacia algo nuevo […] en términos de aleatoriedad dirigida por el azar, que se aleja de las formulaciones de un pasado establecido"; b) el *ala teleológica* (con frecuencia teológica) ve una "dirección hacia una destinación positiva […] en términos de un objetivo pre-establecido por alguna fuerza directiva organizadora."

Muchos de los defensores de la Filosofía del Proceso parecen adherir a una imagen no-clásica de Dios. Su Dios no conoce con certeza el futuro, y algunos eventos fortuitos pueden escapar de su predicción y providencia, aunque Él pueda reordenarlos *a posteriori*. Tal Dios no es omnisciente, omnipotente, absoluto y perfecto, acto puro y necesidad: respecto a sus creaturas, Él está lleno de potencialidades, necesario en ser pero no en devenir y conocimiento, complejo, auto-construido, de mente cambiante, eventualmente inmanente al mundo, etc. El problema del mal y de todo aquello que no es lo mejor es menos agudo en esta perspectiva, pero el poder de Dios y su relación con el mundo

es más problemático.

# 3 La ciencia recupera el finalismo en los procesos naturales ↑

## 3.1 Atractor y evolución en paisajes epigenéticos ↑

Conrad Hal Waddington representa la tendencia morfogenética de un sistema en un *paisaje epigenético* ficticio, parecido a una topografía hidrológica sometida a la gravedad. El estado dinámico corresponde a una bola moviéndose en este paisaje topográfico, evadiendo las colinas, siguiendo los valles, andando por algún *punto de bifurcación,* o acabando capturada por hondonadas o cuencas de atracción. Un atractor—es decir, una zona dinámica hacia la cual tiende a ser atrapado el sistema— es un concepto finalístico que ha inspirado a científicos eruditos como Michael Polanyi (ver[1]*La estructura irreductible de la vida* [Life's Irreducible Structure]*,* en *Science*, Nueva Serie, 160 [1968], p. 1310) y René Thom. Thom (Thom 1988) propone un modelo panorámico de la morfogénesis (viva o no) en su *Teoría de las Catástrofes*, no restringida a las geometrías ordinarias 3D o 4D, sino válida también para el espacio de estados asociados a parámetros morfogenéticos. Primero concentró sus estudios en sistemas potenciales simples, y encontró que para los atractores elementales solamente hay 7 posibles tipos complementarios de catástrofes elementales. Los modelos matemáticos simples de atractores están ligados a fuentes potenciales y gradientes, tendencia al equilibrio o al estado estable, mínima acción, etc., lo cual se relaciona con algún finalismo físico.

Los atractores reales a menudo son demasiado complejos para un análisis comprehensivo. Por ejemplo, un simple *bipéndulo* (un péndulo colgado de otro coplanario en un campo gravitatorio) se comporta como un *atractor caótico* con topología fractal y una amplia impredictibilidad: amplifica los efectos de las variaciones microscópicas a niveles macroscópicos. El caso emblemático es el *atractor de Lorenz*, más conocido como el *Efecto Mariposa.* La complejidad de los seres vivos aumenta de una manera importante con la competencia entre atractores extraños.

Thom formalizó, además, varios conceptos confusos: campo morfogenético, centro organizador, *entelequia* y finalismo interno. Para él, la fuerza directriz de la selectividad y adaptación natural descansa en la morfogenética y en las leyes semióticas, dando origen a las fronteras (interfaces) de las formas. La variación de parámetros morfogenéticos (en ocasiones sólo uno) entre individuos de la misma especie, puede, algunas veces, producir automáticamente formas y estructuras mutuamente adaptadas, es decir, sin necesidad de un proceso de adaptación gradual mutuo: por ejemplo, la divergencia sexual del hermafrodismo fetal parece desarrollarse automáticamente en órganos sexuales complementarios.

## 3.2 Leyes, constantes y principio antrópico ↑

Un proceso teleomático expresa el simple movimiento aristotélico de una potencia final hacia su correspondiente acto, principalmente encontrado en atractores simples: decrecimiento, decaimiento radioactivo, balance de reacciones químicas, membranas auto-organizadas, etc. Ese proceso coincide con el finalismo constitutivo de la materia —sea animada o no— de acuerdo a sus leyes fijas y universales (es decir, sin evolución). Darwin parece listo a asignar su fuente profunda a Dios (ver sus cartas de 1860-1861, en Darwin 1985, vol. 8, 225, 258, 275, 496, etc., y Muñoz-Rubio 2003, 306-313).

La observación de asombrosas coincidencias en la mayoría de las constantes naturales y las leyes fundamentales constituye la base del Principio Antrópico, que ha disparado controversias acerca de la reintroducción del finalismo y su uso heurístico en las ciencias (ver Susskind 2005, 192-195, 360-362; y su debate con L. Smolin en *Multiverso,* en línea –en inglés– en Edge - The Third Culture). Una coincidencia cotidiana fue encontrada en el valor multi-crítico de la constante electromagnética de estructura fina $\alpha e = \sim 1/137.036$ (Barrow 2001; 2005), un número puro sin dimensión, que apuntala toda la actividad estructural de la biología, física y química normales: macromoléculas, polaridad química, hidrofobia, enlaces de H, patrones cristalinos, estado sólido/líquido/gaseoso e inclusive estabilidad isotópica. Estos valores y leyes físicas claves establecen fuertes restricciones al funcionamiento de la materia, bajo una ley

semejante a un finalismo teleomático.

## 3.3 Termodinámica, entropía, irreversibilidad ↑

Max Planck hizo un gran esfuerzo por recuperar cierto finalismo en ciencia. Defendió el significado teleológico de *Mínima Acción* (o *Principio de Hamilton)*, que inspiró su descubrimiento del mínimo o cuanto "de acción" *h*, la famosa constante de Planck: "La *causa eficiente*, que opera desde el presente hasta el futuro y que hace que las situaciones futuras parezcan determinadas por situaciones previas, está unida por la *causa final* según la cual, inversamente, el futuro —esto es, un objetivo definido— sirve como premisa a partir de la cual puede ser deducido el desarrollo de los procesos que conducen a ese objetivo" (Planck 1938, 26). La moderna mecánica cuántica ofrece una nueva explicación del camino seguido usando *integrales de trayectoria*. Cuando la trayectoria de una partícula involucra intercambios de acción cercanos al mínimo *h*, parece confusa y la partícula encuentra su trayectoria a través de "saltos estocásticos" en un grupo de probabilidad, sin caminos estadísticamente predecibles, como la mayoría de las tendencias microscópicas de la física cuántica. Esto conduce a un *finalismo teleomático contingente*, evitando tanto el blanco como el negro de la lógica clásica, o fuerzas "mágicas", en algunas perspectivas. Recientemente, R.I. Kaila y A. Annila (cf. *Natural selection for least action*, en Proc. R. Soc. A., 2008, 464, 3039-3054; ver el artículo en línea en inglés), compararon el *Principio de Mínima Acción* con la evolución por selección natural, usando entropía y energía como analogías en sentido amplio.

A finales de los años 30, algunos físicos, como Gatlin, Wicken, Ho, Saunders, Brooks, and Wiley, desarrollaron una nueva visión de información, energía libre y entropía en sistemas de "información-cerrada" y "energía-abierta", es decir, una red de estructuras lejos del equilibrio con información activa memorizada.

Macroscópicamente, la *entropía termodinámica* representa la no disponibilidad en un sistema de energía viable; en tanto que microscópicamente, representa su "desorden" estructural interno. Algunos científicos evitan usar la noción de desorden, como si fuera de alguna manera subjetiva: representa la ausencia de patrones macroscópicos (de aspecto difuso o caótico) para una propiedad dada sistemáticamente (como la energía molecular). La entropía clásica expresa *restricciones en la dirección que muchos procesos naturales pueden tomar*, siguiendo la ecuación: $dS = dQ/T$, donde $dS$ es el cambio diferencial de entropía resultante de un flujo o calentamiento infinitesimal $dQ$ en el sistema, a la temperatura $T$. Cualquier proceso energético espontáneo en un sistema aislado de no-equilibrio tenderá a incrementar la entropía termodinámica hasta que el equilibrio sea alcanzado. La diferencia en propiedades compartidas entre partes interactivas, tiende estadísticamente a ser aplanada o suavizada en un nivel global. Este es el caso para cualquier clase de propiedades energéticas (energía, temperatura, presión, densidad, potencial químico, etc.), pero también es válido para otras propiedades intercambiables en un sistema dinámico. Por ejemplo, sacudir dos montones, uno de azúcar y otro de granos de arena los mezclará caóticamente de manera aparentemente irreversible. La *entropía estadística* o "desorden" dinámico emerge de la equivalencia, o indistinguibilidad entre los estados equivalentes más probables (es decir, alcanzando un "estado de equilibrio" global entre las numerosas mezclas indistinguiblemente equivalentes), debido a la indistinguibilidad de los granos respecto al proceso de sacudida. La *irreversibilidad* se debe a la probabilidad extremadamente baja del proceso de mezcla para reproducir un "estado ordenado", aparentemente equivalente al estado inicial (montones ordenados de azúcar y de arena). Como los estados producidos dinámicamente parecen principalmente "desordenados", la termodinámica, que resulta de la interacción de partes análogas en un sistema cerrado, tiende a incrementar la entropía o "desorden" e irreversibilidad, es decir, la *asimetría temporal*. Cuanto mayor sea el número de partes interactuantes análogas, más fuerte es esta tendencia: debido a que la entropía es una propiedad estadística, sistemas con pocas partes pueden "violar" en ocasiones el incremento de entropía (segunda ley de la termodinámica), reconstruyendo espontáneamente el "orden."

Pero si algunas propiedades discriminatorias entre partes tienen efecto, es posible volver el sistema a un estado ordenado equivalente. Las diferencias en las propiedades del azúcar y de la arena (por ejemplo, densidad o solubilidad en el agua) permiten su fácil separación (por refinamiento centrifugado o disolución) desde cualquier estado "desordenado" previamente alcanzado. En consecuencia, si un proceso discrimina, de alguna manera, entre partes en un medio caótico, algunos patrones aparecerán, como se ha visto en muchos procesos que aprovechan fenómenos caóticos unidos a una fuerza o un campo selectivo: la estructura dinámica interna de la Tierra o de las estrellas,

refinamiento, decantación, depósitos de estratos, electroforesis, cromatografía, centrifugado de hematocritos, ósmosis, tamizado, etc.

Algunos procesos pueden disminuir la entropía localmente (a expensas de un incremento global), y aprovechan el caos para acelerar su trabajo. La vida está llena de este tipo de procesos que localizan, mantienen y controlan el "orden" contra el "destino entrópico". Fue por eso que E. Schrödinger acuñó la expresión "entropía negativa" en su famosa conferencia *¿Qué es la vida?* (1943), en el Trinity College; Boltzmann comparó la vida con una batalla en contra de la entropía.

## 3.4 Auto-organización, fractales, información y complejidad de Kolmogorov ↑

Como lo mostró Ilya Prigogine (1984), algunos órdenes macroscópicos pueden emerger espontáneamente del caos, especialmente en algunos casos no-lineales, lejos del equilibrio de estructuras disipativas: por ejemplo, la auto-organización dependiente de la temperatura en la formación de las "células de Benard", donde miles de millones de moléculas se mueven coherentemente y forman células de forma hexagonal por convección.

Este tipo de proceso produce una configuración espacio-temporal ordenada, como las observadas frecuentemente en la naturaleza, que muestra numerosos patrones caóticos y fractales. Sin embargo, no pueden producir valiosa información o un orden semántico: su orden visible o armonía, emerge simplemente del estado configuracional más probable, bajo condiciones definidas. El escaso contenido de información es visible en los repetitivos y aburridos patrones producidos, con alta redundancia, libre escala y auto-analogía, coherencia y auto-repetición, parecido al orden de una alfombra o guirnalda, muy lejos de la complejidad de un genoma o de un texto de prosa bien escrito.

Por esta razón, la complejidad de los "patrones más asombrosos" que se encuentran en la naturaleza (curvas, polígonos, cristales, fractales, árboles, patrones florales, hojas de lobelia, caparazón del nautilos, etc.) depende más del espacio-tiempo que de la información, y puede ser (re)producida por procesos con la complejidad de Kolmogorov baja (es decir, con bajo contenido de información). Por ejemplo, la fractalización de superficies es un modo económico para optimizar los intercambios de gases, de líquidos o de información. La vida tiende a escoger muchas estructuras fractales por el bajo costo de su información genética, para intercambios altamente cualitativos, tasas altas de iteración y multiplicación de estructuras similares.

## 3.5 Teleología bautizada ahora como Teleonomía ↑

La noción de finalismo fue reintroducida en los años 1950 en varias disciplinas científicas y técnicas relacionadas con la vida: *Semiótica,* de Jakob von Uexküll; *Programación orientada a objetos,* de Alan Kay; *Paisaje epigenético* y *campos morfogenéticos*, de Conrad Waddington; *Atractores* y *Catástrofes*, de René Thom; *Retroacción y sistemas cibernéticos predictivos* de Piotr Anokhin y Norbert Wiener.

En este contexto, Colins Pittendrigh (1958, 394) reintrodujo los fines u objetivos biológicos, con el poco original neologismo de *teleonomía*, remplazando la palabra *teleología*, con el fin de eliminar cualquier confusión acerca de los conceptos como propósito y proyecto que, apresuradamente, llamó conceptos "aristotélicos". La controversia sobre el finalismo, que se pensaba se había calmado, fue revivida de nuevo. Pittendrigh da una interpretación imprecisa del finalismo aristotélico en términos de causa eficiente, fuerza oculta, que se refiere a su noción de teleología. David Hull (1982) ve allí una terminología innecesaria, fomentada por el rechazo o el miedo a teísmo.

El laureado Premio Nobel Jacques Monod popularizó la palabra *teleonomía* en biología. Conectando finalismo y teleología a la noción de propósito, estableció su *Postulado de objetividad* como "la negación sistemática de que el conocimiento 'verdadero' pueda ser alcanzado a través de la interpretación de los fenómenos en términos de causas finales —lo que equivale a decir, de 'propósito.' […] Obviamente, es imposible imaginar un experimento que pueda probar la no-existencia de propósito, o de fin perseguido, en cualquier lugar de la naturaleza. […] No obstante, la objetividad nos obliga a reconocer el carácter teleonómico de los organismos vivos […]. De hecho, el problema central

de la biología reside en esta contradicción, la cual es sólo aparente, pero debe ser resuelta, o probada como absolutamente insoluble." (Monod 1970, 37-38). Como este postulado debe ser fundamental para cualquier ciencia, Monod establece su universalidad: "La naturaleza es objetiva, no proyectiva." (Monod 1970, 17).

Para Mayr, los términos *telemático* y *teleonomía* son ventajosamente más específicos, y evita cualquier referencia implícita a un proyecto consciente. Por consiguiente, al final de su vida, Mayr evitó la palabra *teleología,* con un forzado cliché, políticamente correcto, de cientifismo, expurgado y reducido al orden naturalista lógico y mecánico. Su reducción de la teleonomía a la "predeterminación automática de *software*" es significativa. Esta posición es el resultado de la adopción *a priori* del *Postulado de Objetividad*. Evolucionistas posteriores como Stephen Jay Gould y Michael Ruse (2004) trataron de ser más cuidadosos en sus conclusiones.

## 3.6 Postulados antifinalistas, no falisificables e ideológicamente cerrados ↑

El darwinismo no está directamente interesado en el finalismo interno obvio, pero sí lo está en su origen causal, a menudo presentado como un dilema entre negro y blanco: diseño de la creación o proceso evolutivo selectivo aleatorio. Los adjetivos *aleatorio* y *natural* están disponibles para uso exclusivo, es decir, excluyen *a priori* cualquier otra causa posible, especialmente alguna en la que participe Dios. Sin embargo, esto es filosofía, no ciencia. El uso del naturalismo metodológico es compatible con la creencia en Dios. De acuerdo a las interpretaciones naturalistas de los postulados de Darwin, la aleatoriedad de las variaciones heredables revela la falta de un propósito, proyecto o plan (fijo); de la misma manera, la *naturalidad* de la selección debería expresar la ausencia de intención, diseño, o intervención inteligente (es decir, selección artificial o supernatural). La presencia de errores, males y monstruosidades confirmaría esta ausencia de propósito directivo en el proceso viviente. El antifinalismo de los neodarwinistas condujo a algunos "dogmas", como aquel que sostiene que los límites no deben ser cruzados, lo cual ha restringido la productividad de la investigación sobre evolución, según Muñoz-Rubio (Muñoz Rubio 2003, 304-305) y Thom (Thom 1990, 600-605).

Como vimos antes, Monod mantiene la imposibilidad de probar la inexistencia de propósito en la naturaleza. De manera similar, "el aspecto aleatorio" de algunas secuencias no implica su generación aleatoria en el pasado. Además, la aleatoriedad pura no aparece en el ADN (tampoco en la codificación o en el ADN "basura"; cf. Caporale 2003, 42 ss.) o en las secuencias de péptidos en las proteínas: por el contrario, exhiben redundancias y coherencias, en parte, debido a la selección misma que borra eventos aleatorios inutilizados, dando al mismo la impresión de diseño, como Francis Collins sugiere en su libro *El lenguaje de Dios* (Collins 2006).

Como los postulados de *aleatoriedad* y *naturalidad* del proceso original no son falsificables en un sentido riguroso, John Maynard Smith (Maynard Smith 1989, 5-6) sostiene que el darwinismo "se amolda bastante mal al criterio popperiano de cientificidad". En principio, la navaja de Ockham podría aplicarse, incluso, a la mayoría de estos adjetivos superfluos y amigablemente ateístas: poniendo en lugar de *aleatoriedad* y selección *natural*, mutaciones *incoherentes* y selección *automática,* bastaría para que la dinámica evolutiva ocurra. El uso de este sesgo socava el debate entre Fe y Ciencia, dificultando a los creyentes la aceptación de mecanismos evolutivos, y manteniendo vivos los conflictos teleológicos.

¿Por qué tantos creyentes aceptan sin vacilación la naturalidad o aleatoriedad de los procesos físicos en tanto, al mismo tiempo, se muestran reacios a aceptar la naturalidad biológica? ¿Está esto causado por la arraigada idea de la sacralidad e irreductibilidad de la vida? ¿Es esto un vestigio de vitalismo? Quizá, pero seguramente también depende de la presentación de los postulados de Darwin con un sesgo anti finalista y antirreligioso.

## 3.7 Cibernética y teoría de sistemas: comportamiento y teleología ↑

Entre la corriente científica que rehabilitó algún finalismo, la Cibernética es particularmente significativa. Hacia los años 1930, el biólogo Piotr Kuzmich Anokhin desarrolló una nueva teoría. Un sistema de funciones está orientado hacia objetivos, deseos o necesidades de acuerdo a una síntesis de cálculos, retrospectivas y anticipaciones (Anokhin

1935; 1962): por ejemplo, los perros de Pavlov salivan en respuesta al sonido de una campana, porque este sonido *predice* la aparición inmediata de comida, gracias a la asociación con eventos memorizados. Los mecanismos de *retroalimentación* y *anticipación* organizan el comportamiento, basado en la asociación entre experiencias pasadas y una previsión de la actividad inmediata y la reacción posible. Más procesos ventajosos, orientados hacia un fin, pueden emerger en *procesos de auto-entrenamiento*, donde cualquier error o éxito es memorizado y utilizado para perfeccionar la experiencia adquirida para un uso futuro.

En 1943, Bigelow, Rosenblueth y Wiener titularon un artículo *Comportamiento, propósito y teleología*. Descubrieron en las teleologías naturales vivas la retroactividad de la *información*. Wiener (1948) fundó una nueva ciencia y llamó *Cibernética* a su libro más vendido y famoso, un neologismo finalístico, acuñado de la antigua voz griega *kyberno* (es decir, pilotear una nave; también usada en la palabra "gobernanza"): *Cibernética,* que describe cómo controlar y optimizar la respuesta de un sistema a un amplio rango de estímulos, como en las retroalimentaciones.

## 3.8 Retroalimentación para seguir objetivos, crecimientos o ciclos ↑

Una simple retroalimentación de un sistema presenta un lazo cerrado que controla su respuesta a un estímulo actual comparándolo con alguna información de respuestas anteriores (realimentación). Se caracteriza por dos parámetros esenciales: $X$, la *intensidad de la retroalimentación* (que puede variar con frecuencia) y $\tau$, su *retraso (decaimiento)*. De hecho, la información de la realimentación es *memorizada* en esta curva de retraso $\tau$, que en la práctica nunca es nula y determina el tiempo mínimo de reacción del sistema controlado. Surgen tres tipos genéricos de reacción:

a) *convergencia*, estabilización o conservación: corresponde a un simple atractor disipativo con una *retroalimentación negativa* amortiguada velozmente ($-1 < X < 0$; $\tau$ corto); cualquier desviación de la posición de equilibrio es contrarrestada y tiende a anularse; algunas veces, después de oscilaciones relacionadas con el *decaimiento* $\tau$ (por ejemplo, en el equilibrio químico, en el péndulo o vibración amortiguada, en una bola alcanzando el fondo de un tazón);

b) *divergencia*, crecimiento o decrecimiento, amplificación estable: corresponde a una *retroalimentación positiva* o acumulativa ($X > 0$), con lazos que refuerzan la reacción. El sistema diverge más rápidamente cuando $X$ es grande y $\tau$ pequeña. Cualquier desviación es acentuada y el sistema diverge (por ejemplo, en una explosión, un estallido de fuego, en la evaporación, en el colapso de un agujero negro, en la hipertrofia o atrofia, en el enfriamiento, en el incremento de entropía, en el movimiento de la bola de Norton);

c) *oscilación*, vibración, golpe: corresponde a una retroalimentación negativa sostenida ($X < -1$) donde $\tau$ fija el período de oscilación; cualquier desviación es periódicamente invertida después de cierto tiempo. Si $X$ tiene un importante valor absoluto, la amplitud de la oscilación aumenta. Esto corresponde a una retroalimentación negativa fuerte (por ejemplo, el efecto Larsen, el latido del corazón, el ciclo de respiración, la enfermedad de Parkinson).

Un sistema inestable o divergente usualmente puede ser estabilizado añadiendo una *retroalimentación negativa*, mientras que una *retroalimentación positiva* intensificará sostenidamente algún efecto. En la práctica, el crecimiento o decrecimiento físico no puede permanecer indefinidamente, y es limitado por alguna *retroalimentación negativa* (saturación, agotamiento) o por daños del sistema (muerte, ruptura). La evolución, la ontogénesis, las epidemias, los cuerpos callosos, los reforzamientos sinápticos, la multiplicación celular y la vida misma, son más o menos comparables con el desarrollo de *retroalimentaciones positivas*. Desde el comienzo, los sistemas vivos desarrollan y exhiben innumerables mecanismos de retroalimentación para alcanzar respuestas útiles.

## 3.9 Anticipaciones: Programación del finalismo interno ↑

También hay sistemas anticipatorios con control previsivo, de alguna manera capaces de suponer futuras condiciones y reacciones, eliminando las derivaciones no óptimas, según la teoría, cancelando, inclusive, el tiempo de respuesta; por supuesto, depende de la capacidad predictiva y de la velocidad de anticipación del sistema, el cual, a menudo,

supone una modelación interna de las funciones y las reacciones del medio ambiente y del sistema en caso de falta de control.

Para ilustrar la diferencia, una *retroalimentación* es como perseguir a un fugitivo, corrigiendo las desviaciones en el camino cuando aparezcan, mientras la *anticipación* corresponde a esperar por el fugitivo en algún lugar por donde debe pasar, o controlar su recorrido (variando su plan, poniendo obstáculos…) para dirigirlo hacia una trampa. En biología, este control finalístico está basado en la programación o adaptaciones previas: provisiones de alimentos, preparación, protección, migración, cuidado de la prole, trampa, carnada, cortejo animal, etc. “Controlarlos” es algo así como un avance calculado. En general, esas anticipaciones dirigen el sistema, instintivamente, hacia soluciones concretas a problemas frecuentes o esperados, son fáciles de ajustar y por tanto, son más efectivas que las solas retroalimentaciones. Pero también pueden ser genéricas o parciales, y aplicarse a clases de problemas (tales como escapadas, auto-limpieza; ver también 4, 3, más abajo).

Los mejores reguladores combinan las ventajas de retroalimentaciones y anticipaciones, cuyo *pronóstico* puede él mismo estar basado en retroalimentaciones que balancean y ajustan la evolución futura de acuerdo a la experiencia pasada. En ocasiones, las anticipaciones extrapolan una perturbación externa, que aún no está activa, pero será inminente: un choque, un recodo, un precipicio, un agujero, una subida de temperatura, un combate, un predador, una presa, algo de comida, la superficie del agua, etc. Así, los sistemas vivos preparan su reacción futura, y también evalúan sus propias potencialidades y optimizan sus respuestas, *antes* de experimentar la perturbación.

La anticipación solamente es comprensible en términos de finalismo interno. Los conceptos de retroalimentación y especialmente, anticipación invalidan parcialmente el argumento anti-teleológico acerca de la imposibilidad de “causalidad invertida” o “retro-causa” de acuerdo con la cual, eventos futuros no pueden “actuar” o “ser causa de” eventos presentes y pasados. De hecho, esta imposibilidad es propia de las *causas eficientes*, pero no de las *causas finales*. Los mecanismos estudiados directamente en ciencias se refieren a las causas eficientes. Este error predispone al reduccionismo e inhibe la comprensión de la finalidad. La causa final resulta de una asociación entre presente y eventos o resultados previsibles. Manifiesta una relación entre el efecto futuro y la presencia necesaria (pasada y real) de una tendencia específica hacia la causa eficiente. Brevemente, la causa eficiente es seleccionada y preservada *para* efectos futuros similares, debido a su efectividad previa, lo cual constituye la causa final.

Uno podría objetar que la palabra “para” estorba, ya que la “naturaleza” actúa como un *relojero ciego* que no conoce el futuro por venir: inclusive si nunca se presentan problemas futuros, la selección podría tomar lugar *de hecho*, sin embargo; las utilidades futuras le añaden poco, y sólo la presente es seleccionada. Esta aproximación reduccionista me parece simple, porque inclusive si la naturaleza no debe ser antropomorfizada y dotada con algún propósito consciente, realmente optimiza el proceso de selección mismo. Además, incluso con propósito, la predicción consciente, o las elecciones no siempre están hechas con certeza. La causa final natural no registra simplemente las pasadas relaciones “causa efecto”, sino que está dinámicamente abierta a preservar todo aquello que sea ventajoso, útil, para solucionar problemas futuros similares. Es la esencia de la adaptación cuya utilidad actual *era* y *es* esencialmente utilidad futura, así como la inutilidad *era* y *es* eliminada por la selección natural (ver *infra*: adaptaciones previas y formas predecibles, IV, 4.1 y 4.2). Adicionalmente, sin embargo, la previsión natural toma en cuenta las acciones futuras previsibles y el control anticipado del sistema. El concepto de experiencia ganada, ajuste, programa interno y memoria se desarrollan naturalmente.

# 4 Finalismo en Biología ↑

## 4.1 Finalismo biológico: lenguaje y naturaleza ↑

Como hemos visto, es difícil hacer biología, sin alguna “teleología intrínseca” o teleonomía. Pero algunos consideran que la introducción de finalismo es puramente lingüística o antropomórfica, carente en realidad de algún objetivo útil, o que las formulaciones teleológicas acerca de procesos de vida naturales pueden ser expresadas de manera no-teleológica, con una descripción estricta de las consecuencias fácticas. Así, la frase finalística “tengo *pulmones* para *respirar*” podría reducirse a una versión causal eficiente, “Respiro gracias a mis pulmones, sobrevivo de hecho, en

consecuencia". Pero tal reducción no se puede aplicar tan fácilmente a oraciones como "el feto desarrolla pulmones para ser capaz de respirar después de su nacimiento" (ver infra IV.4, 2).

Ayala (Ayala 1970, 11-12) muestra que no existe una perfecta equivalencia en la traducción a causa eficiente, porque la dirección organizada de los seres vivos es fundamentalmente diferente de la de las piedras que caen. Para Ernst Mayr (1974), la frase anti-finalista no toma en cuenta, ni refleja, la presencia previa real de programas internos orientados hacia fines útiles precisos.

## 4.2 Evolución 4-D ↑

Marjorie Grene (Grene 1972, 405-407) refuta justamente la teleología lamarckiana que afirma que "la función crea el órgano": la jirafa no adquirió un cuello largo tratando de alcanzar hojas altas. Grene alega que el *telos* aristotélico está particularmente presente en la ontogénesis, pero no en la filogénesis. No hay un *telos* general o emergente (*a fortiori*, sin propósito) en la mecánica biológica: "La teoría evolutiva de Darwin *parece* teleológica porque es en primero y último lugar, una teoría de adaptación."

Sin embargo, esta conclusión parece discutible. La evolución parece mucho más compleja que el excesivamente simple proceso de selección darwiniano. El gradualismo lento no es suficiente para dar cuenta de los registros fósiles de las explosiones filogenéticas. Algunos pensadores piden mecanismos reguladores más sofisticados que el simple "ensayo y error" del proceso de selección natural (donde *ensayo* es una prueba de variación genética azarosa, y *error* es la eliminación selectiva por infertilidad o muerte): su tosca retroalimentación binaria —la supervivencia o no de la prole y los genes— es conocida como la más simple en la Teoría de los Sistemas, la más agresiva, la más lenta, fácilmente divergente e inestable, especialmente en un medio ambiente cambiante. Además, el evolucionismo reduccionista contemporáneo a menudo respalda la idea de que "todo está en los genes", poniendo a los genes como el actor principal de la evolución.

Eva Jablonka y Marion Lamb (Lamb 2005, 233-238, 319-353) defienden una evolución *cuatridimensional* más amplia (con variaciones genéticas, epigenéticas, comportamentales y simbólicas), donde una cantidad de "mecanismos neo-lamarckianos" controlan, eligen y descartan variaciones evolutivas básicas (que son más genéricas que mutaciones). El estudio actual de control genético (la metilación del ADN, la impronta genética parental, las contribuciones virales genómicas, si-RNA y µ-RNA), de chaperonas, chaperoninas y proteínas plegables, dificultan nuestra visión de la dinámica evolutiva. De la misma manera, parece que algunos controles epigenéticos ventajosos trabajan en la evolución sin mutaciones genéticas, donde la fijación genética se produce solo más tarde: por ejemplo, el cariotipo de naturaleza sexual parece haber sido fijado después de un largo período de sexuación termal, todavía presente en varios reptiles, donde la diferencia sexual se logra por la temperatura de incubación de los huevos.

Incluso si ese proceso no es totalmente lamarckiano (es decir, donde el uso cambia el fenotipo heredable), de hecho la *utilidad futura* aparece para ordenar y estimular la generación y ajuste de las funciones orgánicas, principalmente como resultado de un complejo *control interno de la evolución misma* a todos los niveles sistemáticos de la organización de la vida. No se conoce, ni se ha proyectado, con anterioridad un propósito concreto; al contrario, la evolución lleva a la *más alta probabilidad de utilidad*, sosteniendo mecanismos más elaborados que la simple y óptima adaptación darwiniana. A la vez, el proceso de selección es ajustado y adaptado a diferentes tipos de funciones útiles. Por ejemplo, varios organismos son capaces de diferenciar la tasa de cambio genético (Campbell 1985, 1986; Caporale 2000, 2003) y en consecuencia, de controlar de alguna manera, su evolución a largo plazo: la mutabilidad acelerada, o desatada, permite la exploración de potencialidades futuras; la mutabilidad restringida ayuda a estabilizar ciertos órganos, individuos, o genes útiles e importantes. La naturaleza usa técnicas de interdependencia genética que ayudan a renovar (es decir, a hacer de manera no-evolutiva) o incluso a reparar la utilidad esencial de funciones o genes: la reproducción bisexual respalda la estabilidad genética a largo plazo; varios genes esenciales arcaicos son extremadamente estables y bastante seguros contra mutaciones azarosas, por ejemplo, los genes complejos *Hox* o *Homeobox*.

## 4.3 Uso finalístico de la probabilidad ↑

Innumerables procesos naturales toman, a menudo, ventaja del caos o de la probabilidad para optimizar los procesos de adaptación. Por ejemplo, la presencia de "ruido" en una red neural puede ayudarla para que se abra espontáneamente cuando sea atrapada o cerrada por un atractor fuerte; la aceleración de la tasa de mutación aleatoria ayuda a explorar nuevas posibilidades genéticas.

La polimerización, la síntesis de ADN o de proteínas, la regulación de genes, la ósmosis o cualquier reacción química en una solución, etc., son todas posibles por cierta naturaleza caótica del medio, que, accidentalmente, causa el contacto de los reactivos o conecta las partes aleatorias a un selector y sistema fabricante. Las enzimas, las chaperonas, los gradientes, los animales de sangre caliente, etc., usan la difusión estadística y las colisiones caóticas de la agitación térmica para acelerar sus reacciones químicas, tal como un asistente de laboratorio calienta, o agita los tubos de ensayo. Estos son ejemplos de un fácil *uso finalístico del caos y la probabilidad*. La termodinámica química estudia este fenómeno, encontrado universalmente en la naturaleza.

Adicionalmente, cuando una solución concreta es difícil de asegurar hacia el futuro, especialmente con un medio ambiente cambiable, la mayoría de los sistemas vivos desarrollan flexibilidad, plasticidad o capacidad ampliada para explorar nuevas posibilidades, ya sea aleatoria o selectivamente, para adaptarse *in situ*, para (re-)programar, mejorar o responder a eventos impredecibles (Jablonka 2005, 311, 377-378). En este caso, las retroalimentaciones y anticipaciones emergen sin soluciones concretas directas, aunque generalizan su respuesta a un amplio dominio de problemas, generalmente controlado por filtros selectivos, como aprendizaje y memorización de eventos casuales ventajosos. Por ejemplo, varias plantas de flores *producen y controlan de alguna manera la aleatoriedad sistémica* o contingencia, como la dispersión de semillas por explosión en algunas *Euphorbia,* o con paracaídas en los dientes de león.

Algunas veces las soluciones borrosas son diseñadas en simulaciones por computador, inspiradas por el paradigma de la evolución (por ejemplo, los *programas genéticos*, los *biomórfos* de Dawkins, los métodos de remuestreo llamados "*Bootstrap*" y de "*Monte Carlo"*: cf. Manly 2006). La naturaleza evolutiva del darwinismo corresponde a un tipo de proceso de filtrado estadístico donde el inepto es eliminado y el adaptado, seleccionado. La selección garantiza cierta organización o *inteligibilidad* en el procesos aleatorio, lo que conduce al descubrimiento de leyes morfogenéticas. Como la suerte es un jugador en el juego de la vida, es usada naturalmente, produciendo o causando el logro óptimo de ciertos "fines".

## 4.4 Teleonomía y comportamientos controlados ↑

La teleonomía amplía el finalismo de los procesos teleomáticos, para proveer características, capacidades y poderes más complejos y diversificados. En el párrafo conclusivo de *El origen de las especies*, Darwin habla de *poderes vivos*, que son potencias emergentes (no vitalistas). El ejemplo de diseño aparente (ver *supra* I, 1) muestra la existencia de comportamientos dirigidos naturalmente, de manera apropiada. La teleonomía es específica para los seres vivos, que no solamente están equipados con las clásicas cualidades aristotélicas para la vida (es decir, crecimiento, auto-movimiento, nutrición, reproducción), sino también con otros recursos dirigidos hacia un propósito como memoria, información, instinto, entrenabilidad, plasticidad, programa genético, retroalimentación, habilidades de predicción, etc. Enfocaré mi análisis en seis tipos de finalismo natural en sistemas biológicos.

### 4.4.1 Adaptaciones heredadas como adaptaciones anticipadas ↑

El finalismo está aparentemente grabado en el proceso adaptativo. Las adaptaciones hereditarias son equivalentes en la mayoría de los casos de realimentación, en tanto adaptaciones anticipadas, a las condiciones reales, considerando que no son adaptaciones *in situ*. *Se espera que* un sistema adaptado, que ha reaccionado a eventos pasados, *sea útil y capaz de más adaptaciones* en el futuro. ¿Por qué? Debido a las ventajas del medio ambiente que garantizan muchas características perdurables y estables y condiciones similares (Sol, gravedad, presión, atmósfera y

composición oceánica...), y debido a que las catástrofes graves son raras, las experiencias pasadas son potencialmente repetibles y mejorables. Así, pueden ser acumuladas y ajustadas en la memoria filogenética. De otra manera, ni la selección, ni la adaptación o las anticipaciones habrían sido elegidas como mecanismos evolutivos, y la evolución nunca hubiera ocurrido. En consecuencia, la evolución continúa, como en el pasado, en una aparente progresión, y aparentemente predecible, de alguna manera.

### 4.4.2 Predictibilidad de analogías: soluciones semejantes para problemas semejantes ↑

Realmente, algunos anti-finalistas reclaman que la adaptación no se ajusta a las leyes generales, no permite hacer predicciones concretas sobre el futuro de la vida, ni siquiera adaptaciones futuras reales: una ausencia de leyes ocasiona falta de predictibilidad, así como de finalismo. Pero esto lleva a alguna forma de incoherente escepticismo humeano: si es correcta, esta falta de leyes destruye la posibilidad de cualquier teoría de evolución.

La evolución supone “posibilidad de evolucionar,” lo que a la vez supone cierta estabilidad ecosistémica o epigenética. La adaptación se asemeja al entrenamiento en un determinado arte. Para mejorar sus habilidades para futuros desempeños, un pianista necesita condiciones adecuadamente estables: un piano con un teclado afinado para tocar, dedos, músculos, memoria, etc. Las condiciones estables preparan la vida para heredar las adaptaciones funcionales, no solamente *de hecho*, sino también porque la adaptación es replicada y refinada bajo condiciones similares. El lenguaje funcional anti-finalístico tiende a eliminar su predictibilidad y utilidad futura —o al menos “muy probablemente”— degradándolo a una descripción deficiente de los hechos, como hizo Hume en su análisis del proceso causal.

Algunos científicos como René Thom y Simon Conway Morris (2003) sostienen que la morfogénesis orgánica tiende hacia formas predecibles, a pesar de la mayoría de contingencias filogenéticas o históricas. La mayoría de los sistemas estables alcanzan su estado final, a pesar de los estados intermedios (como la convergencia de una bola hacia el fondo del tazón). La mayoría de las formas vivientes en diferentes medios siguen adaptaciones similares y exhiben convergencias evolutivas (analogías entre diferentes células, órganos, organismos, etc.) sin que tengan un ancestro común semejante.

Si alguna forma evolutiva de vida suficientemente eficiente para explorar nichos ecosistémicos apareciera en un planeta similar a la Tierra, su sistema genético sería diferente, pero las formas de su fenotipo básico serían muy similares: alas, aletas, patas, látigos, flagelos, fractales, etc... La genética actúa neutralmente en la evolución morfogenética, haciéndola posible sin dirigirla. Encontramos animales con pelo en el círculo ártico, y plantas con espinas en el desierto, independientemente de las condiciones genéticas. Patas, desarrolladas independientemente por arañas, mamíferos e insectos. Dientes y cuernos que tienen la misma forma funcional penetrante. Las aletas hidrodinámicas se parecen a las alas aerodinámicas. Bronquios, vasos sanguíneos o ramas y raíces de árboles se asemejan todos a fractales ramificados.

La direccionalidad hacia clases de formas es el trabajo de las leyes de la morfogenética, que selecciona las formas vivas tanto como la genética en sí misma. Contrario a las pretensiones de Dawkins, los genes no son “egoístas”, sino partes remplazables de la morfogénesis evolutiva, como se manifiesta en las evoluciones convergentes, la rápida ocupación de nichos y la competencia entre especies genéticamente diferentes, aunque sean cercanas fenotípicamente. La enorme diversidad de la vida proviene más de modos de interacciones que de la importante diversidad de los bio-átomos, del ADN, de las familias genéticas, de las proteínas o de las formas elementales, tal como la diversidad de las casas no proviene de la baja diversidad de los ladrillos con los que fueron construidas. La similaridad y los limitados tipos de restricciones dirigen la convergencia y el paralelismo para reducir el número de morfologías elementales y conducen a una cantidad de analogías vivas predecibles a todos los niveles. El ornitorrinco australiano (*Ornithorhynchus*) es un buen ejemplo entre analogías logradas con partes diferentes. Así, al contrario de la perspectiva anti-finalista, la naturaleza recurre repetidamente al principio morfogenético: “Soluciones similares para problemas similares.”

### 4.4.3 Dinamismo del embrión orientado hacia la edad adulta ↑

La embriología moderna ha permitido revisar la concepción tomística y aristotélica acerca de la ontogénesis de las especies bisexuales, vista como el despliegue de *potencias activas* (es decir, listas para el uso: ver Fargès 1909, 105-107; Tomás de Aquino, *Summa Contra Gentiles*, libro II, capítulos 88 y 89; Haldane 2004, 534-535) del semen del macho, que activa extrínsecamente el útero pasivo, o huevo, para el crecimiento del embrión en etapas: vegetativa y sensorial. La etapa racional solamente es activada por la aparición del alma humana. Este escenario, conocido como *animación de efecto retardado,* ocasiona problemas metafísicos (por ejemplo, generación-corrupción, formas múltiples coexistentes).

Sin embargo, los análisis modernos muestran que el dinamismo orientado pertenece esencialmente al embrión, no al semen o al útero, y es activado desde su generación (por fecundación, escisión, paridad geminal, clonación, partenogénesis) lo cual provee las necesarias *potencias activas internas*. Este dinamismo interno es un *atractor individual* específico *de la edad adulta,* que a lo mejor se desarrolla autónomamente (cf. Dalleur 2006, 330-332; Thom 1988, 123-125, con su modelo de la *Blástula Fisiológica* como “meta adulta”). En la mayoría de las especies (esp. parásitos, ovíparos), el embrión no depende directamente de sus padres. Pero incluso el embrión placentario está comprometido, de una manera importante, en la construcción de su propia vida. Establece y orienta sofisticados mecanismos de auto-defensa, como protección contra interferencias maternales o ataques inoculadores, crecimiento de la barrera placentaria para filtrar cambios sin mezcla de sangre; así como las raíces de los árboles son extensiones que crecen en el suelo, de manera similar, la placenta fractalizada es la extensión del embrión en la pared del útero. Entonces, el embrión se construye a sí mismo después de la generación, es decir, después de la recepción de las capacidades internas para *orientar* su desarrollo hacia la edad adulta (lo que no es cierto para los gametos).

### 4.4.4 “Presa” y “Predador” como causas finales morfogenéticas ↑

Expresiones darwinianas como “*adaptación al medio ambiente*” difícilmente dan cuenta de la diversidad morfológica en el mismo medio. De hecho, la adaptación resulta de bucles biológicos, como la predación y los bucles de reproducción (ver Thom 1972, 294-299). La causa eficiente de la morfología del predador es su propio desarrollo, sin embargo, la causa final, la que guía su morfología, es la presa: en pocas palabras, *los predadores se adaptan a sus presas.* El ejemplo de morfogénesis predatoria que se adecúa, clarifica la diferencia entre causa final y causa eficiente.

Las nociones de presa y predador podrían ser ampliadas para explicar mecanismos similares: “presa” es *cualquier recurso útil* para la sobrevivencia de una estructura viva o “predador”. En este sentido amplio, el aire es la “presa” de las alas: de ahí que la presa no sea necesariamente destruida. El concepto “presas” puede ser usado como presión morfogenética para los “predadores”. La adaptación de alguna parte del medio ambiente, sólo se realiza cuando esta parte constituye una “presa”: las otras partes no están directamente involucradas en la morfogénesis. Además, la morfogénesis de la presa se desarrolla a menudo, con referencia al desarrollo de nuevas habilidades en el predador, como causa final, y puede ocasionar una competencia mutua: *con frecuencia, las presas también se adaptan al predador*; las veloces gacelas escapan del león, los pezones se adaptan a la boca de los bebés.

La predación también da lugar a diferencias en la potencialidad celular entre plantas y animales. Tanto en la ontogénesis como en la filogénesis, los seres vivos comienzan toscamente como células esféricas, pero sus superficies semióticas evolucionan de manera diferente. Las plantas son autotrópicas: producen las sustancias necesarias a partir del medio ambiente; su “presa” es principalmente inanimada, microscópica o fluida (moléculas, minerales, agua, gas y fotones). Para lograr una nutrición eficiente, crecen y ramifican sus superficies de intercambios, ampliando el contacto con su presa, como los cuatro elementos, propuestos por los griegos: el aire y la luz en lo alto del a planta, la humedad y la tierra, en las raíces, parte inferior de la planta. Las plantas se anclan en el entramado tierra-aire y exploran estos medio ambientes de una manera fractal. Debido a estas tendencias para explorar, crecer y fractalizar, las plantas conservan su auto-similaridad a través de una generación altamente repetitiva: la mayoría de sus células son células madre, fáciles de clonar, trasplantar o desarrollar nuevas estructuras.

En contraste, la presa de un animal es usualmente macroscópica y viva. Requiere ingestión, digestión y eliminación de

residuos. Un proceso de tragado de forma tubular, por ejemplo, logra esas funciones: el *archenteron* en estado embrionario bosqueja el futuro tracto digestivo así como la superficie de intercambio básica del animal. Durante el proceso de desarrollo del tracto tubular, la predación es optimizada por el crecimiento apropiado de órganos especializados para la autonomía locomotora (aletas, patas, alas), ayudando previamente la captura gracias a la proximidad compacta de los sentidos (ojos, nariz, oídos, antenas, lengua) y el cerebro cerca de la boca, el órgano de captura, para optimizar la velocidad y la precisión, para preparar la digestión (boca, dientes, masticado). La especialización funcional de los órganos de los animales aumenta la diferenciación celular y a menudo, conlleva una pérdida de potencialidad. De ahí que los animales sean menos fáciles de clonar o trasplantar que las plantas.

Estas predicciones morfogenéticas respaldan cierta lógica finalística, esencialmente independiente de la concreta genética de base y de su historia. A partir de la simple consideración de la presa, uno puede predecir las correspondientes características predatorias futuras. La morfogénesis predatoria comienza durante la gastrulación del embrión, con la formación del *ectodermo*, que constituye la piel sensitiva primitiva, el intercambio original con el mundo de la presa. El ectodermo evolucionado despliega aperturas efectivas hacia el mundo externo: el cerebro/los nervios y el sistema sensorial, y los pulmones. Estas extensiones ectodérmicas son, de hecho, adaptaciones predatorias en correspondencia con una precisa morfogénesis orgánica. Los ojos han evolucionado a partir de células de piel fotosensibles con el fin de alcanzar la solución ectodérmica para la visión. La mayoría de estos órganos sofisticados son predecibles de alguna manera, debido a su finalismo inherente en el lazo evolutivo de la predación. En realidad, la morfogénesis se expande a un orden semiótico universal: las hojas siguen al sol; las raíces buscan humedad; un macrófago identifica bacterias; un sitio de unión de un receptor identifica sus ligaduras; el virus de HIV reconoce los receptores CD4.

### 4.4.5 Progreso del “Árbol de la Vida” ↑

La mayoría de los científicos niegan la *escala natural* jerárquica de la vida y la remplazan con el “Árbol de la Vida” de Darwin. El escepticismo antifinalista conduce a algunos de ellos a refutar cualquier progreso evolutivo, lo cual conduciría simplemente a reducirlo a una pura proyección antropomórfica, o a un simple despliegue de las capacidades potenciales presentes en las formas arcaicas (no necesariamente en las más bajas).

Darwin (1872, 175, 200-204) señala que el gradualismo continuo, la falta de una dirección finalística y la presencia de formas viejas y de retrogresiones, constituyen un problema para el progreso, como todavía se discute hoy en día (cf. Kass 1978; Wandschneider 2005). En ciertos párrafos de *El Origen de las Especies,* parece rechazar un progreso evolutivo real. Aunque este concepto también parece original para el darwinismo. Thomas Henry Huxley lo formuló explícitamente. La teoría darwiniana intenta explicar naturalmente la prodigiosa diversidad de la vida como gradualmente lenta, como un proceso progresivo de organización de los seres vivos, globalmente acumulativo. Conceptos como *evolución*, *selección*, *adaptación*, *competición, ventaja, árbol filogenético* o *gradualidad*, al menos hacen mención indirecta de *progreso* o *progresión*. La simple aparición de nuevos tipos de especies, *phyla* o dominios, en un mundo pobremente organizado, muestra que algún tipo de progreso es inherente a las teorías evolutivas, sean naturalistas o no.

En la anormalidad del atavismo (regresión individual a formas orgánicas ancestrales, como dientes en los pollos o colas en los humanos), Darwin admitió algún progreso en la evolución de las formas normales. También usó el término progresivo, y se refirió constantemente a la eficiencia de la selección artificial: domesticación, crianza, cultivo de árboles, cría y mejora de palomas, etc. Algunos párrafos anti progresivos de *El Origen,* muestran de manera rápida y efectiva esta perplejidad conceptual y terminológica (cf. Darwin 1872, 98). Estos pasajes anuncian, a menudo, la noción de *nicho ocupado* (acuñado en 1917 solamente) para referirse a una forma ya adaptada, pero que no se opone al progreso de la evolución en sí misma. La extensión de un nicho puede colmarse, cuando no pueden ser “seleccionadas” nuevas ventajas y el progreso se interrumpe. El progreso de las especies también puede ser “detenido” por condiciones temporales: el progreso no es necesariamente continuo o real, como lo han sostenido las teorías de *Catastrofismo, Saltacionismo* y *Equilibrio Punteado*.

Darwin (1872, 176) parece disipar tales dudas con la idea del progreso global de la biosfera, en términos de eficiencia, especialización y organización (no precisamente de complejidad o sobrevivencia de especies): “Aunque no tenemos

una buena evidencia de la existencia en los seres orgánicos de una tendencia innata hacia el desarrollo progresivo, sin embargo ocurre necesariamente, […] a través de la acción continua de la selección natural. La mejor definición que jamás se ha dado a un alto estándar de organización, es el grado en que las partes se han especializado o diferenciado; y *la selección natural tiende hacia este fin, sobretodo porque las partes están habilitadas para ejercer su función más eficientemente.*"

El progreso de la evolución puede ser observado en:

a) *Diversificación ramificada*: Ancestro común es un concepto relacionado con un punto de bifurcación, donde divergen las "ramas" de las especies (cf. Darwin 1872, 104-105). Darwin y los darwinistas a menudo dibujaron esquemas de árboles evolutivos (cf. Bossi 2003, 139-171) asumiendo que la vida comenzó a desarrollarse a partir de una célula antigua, el UACU (*Último Ancestro Común Universal*) a partir del cual todas las células y organismos derivaron su crecimiento interno: cada muerte individual es un fin abrupto de un larguísimo y continuo camino viviente que proviene de UACU. Algunos especulan si el *Árbol de la Vida* podría ser el único *Individuo* (monismo biológico).

b) *Interactividad y simplificación para mayor eficiencia*: Para Gould, el crecimiento del Árbol de la Vida no es progresivamente vertical, por el contrario, es frondoso, errático, sin propósito y en todas las direcciones. Simplemente admite que la aleatoriedad aparece por encima de una *barrera de mínima complejidad,* bajo ella la vida es imposible (cf. Gould 1989, 1996). Su crítica se dirige únicamente al *progreso de la complejidad*, y ha sido desafiada por J. Maynard Smith y Szathmry (1995). En cualquier caso, los estudios actuales muestran que *ha habido* y *hay* un *progreso* global *de la complejidad* (cf. Maron 2004).

Además, esta "barrera" mínima tampoco es clara, primero porque las especies controlan su evolución e interactúan con otras especies y con su medio ambiente; por tanto, todo evoluciona. Inclusive la barrera mínima varía, con una distribución aleatoria en principio, y después, de alguna manera bajo control (control de la mutación, epigénesis, simbiosis, protección de genes, reparación de ADN, etc.).

Segundo, *el progreso no sólo está relacionado con la complejidad, también con la simplificación*: algunas especies permanecen vivas con una complejidad menor de la que hubieran tenido si se hubieran desarrollado aisladas. La evolución sistemática es organizacional, entretejida, y multidimensional con interactividad e interdependencia, como Jablonka, Lamb, Lovelock, Capra, Campbell y Wandschneider muestran. La mayoría de las especies sobreviven gracias al Tejido de la Vida. Su propia complejidad es demasiado baja para sobrevivir sola, porque el progreso no lleva directamente a mayor complejidad, ni global ni local, pero sí a mayor eficiencia y autonomía.

Paradójicamente, el progreso de la adaptación puede surgir del *gradualismo regresivo* y la *simplificación.* Darwin (1872, 98-100, 175, 201, 308, 390, 394, 417-418) mencionó la existencia de "retrogresión en […] la organización" de la vida. A menudo, el gradualismo darwiniano es entendido erróneamente como incrementándose monótonamente, como lo asume Michael Behe en *La Complejidad Irreductible*. De hecho, la pérdida benéfica de características adquiridas evolutivamente puede facilitar la plasticidad y abrir una nueva exploración filogenética, por el incremento del grado de libertad y de eficiencia global de las estructuras que permanecen. Mucho antes que las industrias humanas, la vida seleccionó y aprendió a optimizar la parsimonia, la energía disponible, la división del trabajo, el manejo de recursos, el reciclaje, el alivio redundante, la liberación de restricciones o esfuerzos, la modularidad, las tasas de producción y crecimiento (por ejemplo, con fractales ramificados, generados simplemente por la reducción de la dimensión de un atractor), desacoplamiento de partes (por ejemplo, como predadores encubiertos avanzados y para su beneficio, los camaleones perdieron el acoplamiento estereoscópico automático de los ojos); la simplificación del proceso a favor de otro equivalente o con mayor funcionalidad global (por ejemplo, la bio-simbiosis; los animales que se sirven de las plantas autótrofas). La mera reorganización de parámetros interactivos o de las especies, aún sin pérdida, puede ser suficiente para una reducción de costos, más eficiencia o la exploración de nuevos caminos evolutivos.

c) *Actualización acumulativa*: Artigas (Artigas 2000, 152-156) discutió los pensamientos de varios pensadores actuales sobre la evolución dirigida (Ch. De Duve, G. Rattray Taylor, C. Bresch, J.M. Templeton, etc.). De la misma manera, Dieter Wandschneider (Wandschneider 2005, 196-215) defendió recientemente un progreso direccional y auto-trascendente. Enfatizó los patrones horizontales y verticales en el Árbol de la Vida. La frondosa evolución horizontal

resulta de la diversificación por la ocupación adaptativa de nichos vacantes. Así, esta evolución se vuelve lenta o se detiene, como un progreso cerrado y terminado. La evolución vertical ocurre a través de pasos evolutivos acumulados como *auto-mejoras*, usando antiguos pasos evolutivos como puntos de partida para crear novedades. Por ejemplo, la química orgánica permite un primer paso evolutivo en la aparición de las células. La etapa vegetativa siguiente ve la emergencia de las plantas, seguida a su turno, por la etapa de los herbívoros, y después de los carnívoros. La evolución de los animales no excluyó la evolución de las plantas; al contrario, abrió caminos de posibilidades adicionales, como la polinización de las abejas o las plantas carnívoras.

De hecho, el verdadero *progreso* está relacionado débilmente con la intensidad y variedad de la adaptación horizontal. El progreso real es sobretodo vertical, porque de una manera sinérgica construye nuevas estructuras adaptativas encima de las viejas, como la actualización modular que incrementa la autonomía dependiente y la eficiencia (ver el siguiente punto para más detalles). Aparentemente, los principales pasos verticales: 1) fueron a lo largo de los grandes eventos de destrucción paleontológica (la colisión de asteroides gigantes, las glaciaciones, efectos invernaderos globales) que ejercieron presión evolutiva; 2) estuvieron relacionados, en su mayoría, con la adquisición por parte de uno, o varios, ancestros genéricos comunes, de mejores cualidades para la vida (como el uso de ATP, el cloroplasto o mitocondria endosimbióticos, la vida multicelular); 3) a menudo fueron seguidos de explosiones filogenéticas (nueva diversificación horizontal).

La evolución darwiniana fue seguida, además, por la evolución cultural y técnica humana. El hombre representa un umbral real en la historia de la vida, el depredador universal capaz de sobrevivir inclusive en el espacio, de crear nuevas especies o de resucitar las que ya se han extinguido, de proyectar otras civilizaciones planetarias, o de destruir toda la biosfera. La acción humana en la naturaleza remplaza las características darwinianas, es decir, la “naturalidad” y “aleatoriedad” de los procesos evolutivos: el hombre ha domesticado especies, y tal vez la biosfera completa, ya no es sujeto de la pura presión selectiva *natural*. Una vez que hace su aparición, *la evolución artificial* prevalece fuertemente para muchas especies y hábitats. De manera semejante, sobre-equipado para su propia sobrevivencia y capaz de controlar la evolución de todas las especies, el hombre puede considerar como una falacia su propio origen puramente natural. El Papa Juan Pablo II dijo en su *Mensaje a la Academia Pontificia de Ciencias* en 1996 que el cuerpo humano puede estar bien preparado por la evolución natural, pero que el hombre como totalidad no puede ser su resultado, debido a las características espirituales que están más allá del alcance de la selección natural.

### 4.4.6 “Autonomía dependiente” de los niveles más altos ↑

a) *Patrones de progreso del Árbol de la Vida.* El más alto desarrollo cultural y tecnológico requiere los pasos previos en el Árbol de la Vida. Sin embargo, hoy en día, el paradigma del Árbol de la Vida debe ser revisado o ampliado con la noción de Red de Vida. Como casi cualquier red natural relacional, las redes vivas evolucionan conjuntamente y se organizan casi espontáneamente optimizando conjuntos de “Redes Libres de Escala” (RLE) estrechamente relacionadas. La perspectiva hoy en día es mucho más compleja que el árbol filogenético, sobre todo por sus ramas antiguas, y se parece más a una red dinámica de interacciones diversificadas, e inclusive de saltos genéticos, entre especies no relacionadas, de una taxonomía/dominio/phylum a otro, como Doolitle (2000) ha observado. El árbol genético hereditario se parece, hoy en día, más a una red de interdependencias genéticas. Los distintos niveles existen, se regulan, operan y evolucionan relacionados mutuamente, algunas veces de manera pacífica y simbiótica, y no solo de modo gradual, secuencial y competitivo, como lo propuso la visión reduccionista darwiniana fuerte.

b) *Progreso para mayor “autonomía dependiente” y plasticidad.* Es imposible alcanzar la autonomía total. Aunque autonomía no es equivalente a independencia: cualquier nivel autónomo debe basarse en algún sistema funcional más bajo. En realidad, la jerarquía progresa siguiendo la cadena de dependencia entre niveles: los niveles más altos necesitan de los niveles más bajos para sobrevivir y progresar, pero no *vice versa*, excepto por el ciclo de la cadena alimenticia (la muerte es una fábrica inmensa de reciclaje, con niveles altos y bajos). La subsistencia de las formas más bajas es mayor porque ellas no necesitan de las formas más altas, y generalmente son más simples: las estructuras más altas son frecuentemente más complejas y dependientes y en consecuencia, frágiles.

Los sociólogos sistemáticos Edgar Morin (Morin 1980, 148) y Robin Fortin mostraron que el nivel de autonomía

aumenta con la dependencia: los computadores permiten mayor oportunidad y autonomía (a nivel formal), pero nosotros nos hemos vueltos más dependientes de la tecnología (a nivel material). En el mismo sentido, una mayor autonomía formal corresponde a una mayor dependencia en los niveles estructurales más bajos (por ejemplo, la autonomía de los animales ligada a la dependencia material de las plantas autotróficas). Casi todos los niveles nuevos surgen con un nuevo tipo de autonomía, mientras son dependientes materialmente en los niveles más bajos. Esta autonomía formal está directamente relacionada con la flexibilidad evolutiva para explorar nuevos nichos desocupados.

Además, para ganar autonomía a un nivel más alto, la vida debe asegurar una neutralidad formal de los niveles más bajos. Un antiguo proverbio de Lao Tse dice “Si das un pez a un hombre, lo alimentas un día. Si le enseñas a pescar, lo alimentarás por el resto de su vida.” De manera semejante, la evolución tiende a aumentar la autonomía afinando una gran cantidad de estructuras vivas para que alcancen un estado de autodecisión o de libre determinación, es decir, un “estado neutral” ilimitado, dotado con poderes para explorar y resolver. Cuando un campo de posibilidades es demasiado amplio y complejo, o cuando las condiciones ambientales o predatorias son impredecibles, una mayor autonomía para explorar y reaccionar es frecuentemente conferida por la vida, que dota a los seres vivos con la habilidad de solucionar futuros problemas accidentales: por ejemplo, la movilidad es la capacidad para moverse en *cualquier* dirección; la transparencia, el humor vítreo y los lentes capacitan a los ojos para enfocar *cualquier* color; las bases ACGT del ADN, concatenables ilimitadamente, son capaces de codificar *cualquier* proteína.

La autonomía de acción —o mejor, la *determinabilidad* para contar con la habilidad de ser guiado por sí mismo o por otro, como entrenamiento, empatía, imitación, aprendizaje— es una propiedad esencial de los niveles más altos de las formas vivas para explorar espacios y nuevas posibilidades. Corresponde a un tipo ilimitado de *finalismo capacitante*. Además, los niveles superiores organizan los niveles inferiores para optimizar las capacidades autónomas. Ejemplos de potencialidades determinables, previamente habilitadas, son la *tabula rasa, omnia fieri* o equipotencialidad de potencias cognitivas y operativas, la plasticidad, la movilidad, la adaptabilidad y la versatilidad.

## 5 Conclusiones ↑

Es comúnmente aceptado que la filosofía responde a las preguntas finalísticas sobre el *por qué,* mientras la ciencia se ocupa básicamente de *cómo,* ligado a causas materiales y eficientes. Algunos pensadores pueden exagerar esta división entre ciencia y filosofía. La distinción debe llevar a una armonía más que a una rígida separación. De hecho, muchos conceptos filosóficos clave, como *causa final,* o al menos su abstracción *metodológica*, son ventajosos para la ciencia.

Aunque el propósito principal de este artículo era analizar los finalismos activos en la naturaleza, fue examinada su relación con las dudas de Darwin, y con finalismos externos en el Tomismo, el Kantismo y la Filosofía Procesual. La filosofía de la naturaleza se mueve entre el finalismo y el azar, entre el vitalismo y el mecanicismo, entre el diseño y la espontaneidad. Un análisis del finalismo expresa el estatus especial de la biología en el centro del debate acerca del triple origen: el universo material, la vida y el hombre.

La biología evolutiva no puede considerarse separadamente, sin buscar su compatibilidad racional con otros niveles de conocimiento. El darwinismo sólo ofrece una explicación parcial del movimiento evolutivo. La selección natural tiende a liberar las especies de sus coacciones, yendo hacia la auto-trascendencia y la autodeterminación. Esta tendencia finalista hacia el autocontrol utiliza el azar, el medio ambiente, los niveles bajos y la pasividad de las substancias para optimizar progresivamente la autonomía y plasticidad de las formas vivientes. De acuerdo con lo anterior, la selección natural parece preparar un nivel más alto, verdaderamente libre e inteligente: el *umbral humano* que se prepara para el más eficiente control del reino cultural y tecnológico, así como de la selección artificial.

## 6 Bibliografía ↑

Anokhin, P.K. 1935. *Problems of center and periphery in the physiology of neural activities* [en ruso] Gorki: Gosizdat.

Anokhin, P.K. 1962. *The Theory of the Functional System as a Prerequisite for the Construction of Physiological Cybernetics*. Moscow: Academy of Sciences of USSR.

Artigas, M. 2000. *The Mind of the Universe. Understanding Science and Religion*. Philadelphia-London: Templeton Foundation Press.

Artigas, M. 2002. "Finalità". En *Dizionario Interdisciplinare di Scienza e Fede*, ediatdo por G. Tanzella-Nitti y A. Strumia, 652-664. Roma: Urbaniana University Press and Città Nuova.

Artigas, M. y J. Sanguinetti. 1989. *Filosofia della Natura*. Firenze: Le Monnier. Versión en español: *Filosofía de la Naturaleza* (Pamplona: EUNSA, 1998).

Ayala, F.J. 1970. "Teleological Explanations in Evolutionary Biology". *Philosophy of Science* 37: 1-15.

Ayala, F.J. 1998. "Darwin's Devolution: Design without Designer". En *Evolutionary and Molecular Biology: Scientific Perspectives on Divine Action*, editado por R.J. Russell, W.R. Stoeger y F.J. Ayala, 101-116. Berkeley - Vatican City State: CTNS - Vatican Observatory.

Ayala, F.J. 2007. "Darwin's Greatest Discovery: Design without Designer," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, Suppl. 1 (2007), pp. 8567-8573;

Barrow, J.D. 2001. "Cosmology, Life and the Anthropic Principle". *Annals of the New York Academy of Sciences* 950: 139-153.

Barrow, J.D. y J. K. Webb. 2005. "Inconstant Constants. Do the Inner Workings of Nature Change with Time?" *Scientific American* 292, n. 6: 57-63.

Bergson, H. 2003. *Creative Evolution*. Withefish, MT: Kessinger.

Bigelow, J., A. Rosenblueth y N. Wiener. 1943. "Behavior, Purpose and Teleology". *Philosophy of Science* 10: 18-24.

Bossi, L. 2003. *Histoire naturelle de l'âme*. Paris: PUF.

Campbell, J.H. 1985. *An Organizational Interpretation of Evolution*. En "Evolution at a Crossroad", editado por D. J. Depew y B. H. Weber, 133-168. Cambridge, MA: MIT Press.

Campbell, J.H. 1986. "The New Gene and its Evolution". En *Rates of Evolution*, editado por K.S.W. Campbell y M. Day, 283-309. Camberra: Australian National Academy of Sciences.

Caporale, L.H. 2000. "Mutation is Modulated: Implications for Evolution". *BioEssays* 22: 388-395.

Caporale, L.H. 2003. *Darwin in the Genome. Molecular Strategies in Biological Evolution*. New York: Mc Graw-Hill.

Collins, F.S. 2006. *The Language of God. A Scientist Presents Evidence for Belief*. London: Simon & Schuster.

Conway Morris, S. 2003. *Life's Solution: Inevitable Humans in a Lonely Universe*. Cambridge: Cambridge University Press.

Crick, F. 1988. *What Mad Pursuits*. New York: Basic Books.

Dalleur, P.H. 2006. "Fécondité de la notion de 'bord' des formes vivantes chez Thom". *Revue philosophique de Louvain* 104: 312-346.

Darwin, C.R. 1872. *The Origin of Species by Means of Natural Selection*, 6th ed. London: John Murray.

Darwin, C.R. 1985. *The correspondence of Charles Darwin*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dawkins, R. 1986. *The Blind Watchmaker*. New York: Norton.

Doolittle, W. F. 2000. "Uprooting the Tree of Life". *Scientific American* 282: 90-95.

Farges, A. 1909. *Théorie fondamentale de l'acte et de la puissance*, 7ed. Paris: Berche et Tralin.

Ghiselin, M.T. 2004. "Darwin's Language may Seem Teleological, but his Thinking is Another Matter". *Biology and Philosophy* 9: 489-492.

Ginsborg, H. 2005. "Kant's Aesthetics and Teleology". En *Standford Encyclopedia of Philosophy*, editado por Edward N. Zalta. URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/kant-aesthetics/>

Gould, S.J. 1989. *Wonderful Life: the Burgess Shale and the Natural of History*. New York: Norton.

Gould, S.J. 1996. *Life's Grandeur: the Spread of Excellence from Plato to Darwin*. New York: Random House.

Grene, M. 1972. "Aristotle and Modern Biology". *Journal of the History of Ideas* 33: 395-424.

Haldane, J. y P. Lee. 2004. "Rational Souls and the Beginning of Life (A Reply to Robert Pasnau)". *Philosophy* 307: 532-540.

Hoefer, C. 2008. "Causal Determinism". En *Standford Encyclopedia of Philosophy*, editado por Edward N. Zalta. URL = <http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/determinism-causal/>

Hull, D.L. 1982. "Philosophy and Biology". En *Contemporary Philosophy, a New Survey*, vol. 2, editado por G. Fløistad, 280-316. The Hague: Nijhoff.

International Theological Commission, 2004. *Communion and Stewardship: Human Persons Created in the Image of God*. Vatican City State: LEV.

Jablonka, E. y M. Lamb. 2005. *Evolution in Four Dimensions*. Cambridge, MA: MIT Press.

Kass, L.R. 1978. "Teleology and Darwin's 'The Origin of Species'. Beyond Chance and Necessity". En *Organism, Medicine and Metaphysics*, editado por S.F. Spicker, 97-120. Dordrecht: Reidel.

Lennox, J.G. 1993. "Darwin 'was' a Teleologist". *Biology and Philosophy* 8: 409-421.

Lennox, J.G. 1994. "Teleology by Another Name: A reply to Ghiselin". *Biology and Philosophy* 9: 493-495.

Manly, B.F.J. 2006. *Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Method in Biology*. London: Chapman and Hall.

Maron, M. 2004. *An ecological approach to the Evolution of Organism Complexity*, Ph.D. dissertation (Brighton: University of Sussex, 2004);

Maynard Smith, J. 1989. *The Problems of Biology*. Oxford: Oxford University Press.

Maynard Smith, J. y E. Szathmry. 1995. *The Major Transitions in Evolution*. Oxford: Oxford University Press.

Mayr, E. 1974. *Teleological and Teleonomic, a New Analysis*. Dordrecht: Reidel.

Mayr, E. 2004. *What makes Biology unique?* Cambridge: Cambridge University Press.

Muñoz-Rubio, J. 2003. "Charles Darwin: Continuity, Teleology and Ideology". *Science as Culture* 12: 303-339.

Morin, E. 1980. *Method 2: Life of the Life*. Paris: Seuil.

Monod, J. 1970. *Le Hasard et la Necessité*. Paris: Seuil.

Norton, J.D. 2003. “Causation as Folk Science”. *Philosopher's Imprint* 3/4: 1-22;

Pittendrigh, C. S. 1958. “Adaptation, Natural Selection, and Behavior”. En *Behavior and Evolution*, editado por A. Roe y G.G. Simpson, 390-416. New Haven: Yale University Press.

Planck, M. 1938. *Religion und Naturwissenschaft*. Leipzig: J.A. Barth.

Prigogine, I. e I. Stengers. 1984. *Order Out of Chaos*. New York: Bantam books.

Reinhardt, K.F. 1944. *A Realistic Philosophy*. *The Perennial Principles of Thought and Action in a Changing World*. Milwaukee: Bruce Publishing Co.

Rescher, N. 2008. *Process Philosophy*. En *Standford Encyclopedia of Philosophy*, editado por Edward N. Zalta. URL = <http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/process-philosophy/>

Ruse, M. 2004. *Can a Darwinian be a Christian? The Relationship between Science and Religion*. Cambridge: Cambridge University Press.

Susskind, L. 2005. *El paisaje cósmico: la Teoría de Cuerdas y la ilusión de diseño inteligente*. Little: Brown.

Thom, R. 1972. *Stabilité Structurelle et Morphogenèse*. Paris - New York: Edisciences.

Thom, R. 1988. *Esquisse d’une Sémiophysique. Physique aristotélicienne et Théorie des Catastrophes*. Paris: InterEdition.

Thom, R. 1990. *Apologie du Logos*, en “Collection Histoire et Philosophie des Sciences”. Paris: Hachette.

Von Frisch, K. 1992. “Decoding the Language of the Bee”. En *Nobel Lectures: Physiology or Medicine 1971-1980*, editado por J. Lindsten, 76-87. Singapur: World Scientific Publishing Co

Wandschneider, D. 2005. “On the Problem of Direction and Goal in Biological Evolution”. En *Darwinism & Philosophy*, editado por V. Hösle y Ch. Illies, 196-215. Notre Dame, IN: Notre-Dame University Press.

Wiener, N. 1948. *Cybernetics: Or the Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge - Paris: MIT Press - Hermann & Cie.

## 7 Cómo Citar ↑

Dalleur, Philippe. 2015. "Finalismo". En Diccionario Interdisciplinar Austral, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. URL=http://dia.austral.edu.ar/Finalismo

## 8 Derechos de autor ↑

Voz "Finalismo", traducción autorizada de la entrada "Finalism" de la *Interdisciplinary Encyclopedia of Religion and Science (INTERS)* © 2015.

El DIA agradece a INTERS la autorización para efectuar y publicar la presente traducción.

Traducción a cargo de Luz Marina Duque Martínez. DERECHOS RESERVADOS Diccionario Interdisciplinar Austral © Instituto de Filosofía - Universidad Austral - Claudia E.Vanney - 2015.

ISSN: 2524-941X