



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN FILOSOFÍA

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN DE LO VIVO: CUATRO MOMENTOS CLAVE.  
ARISTÓTELES, KANT, TEORÍA EVOLUTIVA Y (BIO)ARTIFICIALIDAD

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRÍA EN FILOSOFÍA

PRESENTA:

KRISARES ATHENA GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

DIRIGE:

MARÍA ANTONIA GONZÁLEZ VALERIO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Ciudad de México, Octubre 2020



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

A MI DIRECTORA DE TESIS, CONACYT Y PAPIIT IG400718.

## PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN DE LO VIVO: CUATRO MOMENTOS CLAVE.

### ARISTÓTELES, KANT, TEORÍA EVOLUTIVA Y (BIO)ARTIFICIALIDAD

RESUMEN. El presente trabajo de tesis es un breve recorrido histórico que denota el esfuerzo occidental por resolver el llamado “misterio” o “enigma” de la vida. El gran problema de lo vivo se inserta en medio de cuestionamientos filosóficos y preocupaciones que responden a su época, nuestra tarea ha sido identificar y entresacar los problemas que en la explicación de lo vivo se han generado desde Aristóteles hasta hoy; indicar los diferentes marcos conceptuales para pensar lo viviente, las delimitaciones y colindancias de la categoría de lo vivo y, especialmente, indicar los principios de organización a través de los cuales se comprende o explica lo vivo en momentos clave del pensamiento de Occidente. La tesis que defendemos afirma que hay un antes y un después de la idea de organismo en la organización teórica, comprensión o explicación de lo viviente: después de la filosofía kantiana ocurre una suerte de secularización y mecanización en los modos de dar cuenta de aquello que vive. Del alma al genoma y a la intervención de lo vivo, presentamos un estudio de caso actual (la producción y el desarrollo de clones) en orden de acudir a las preguntas primeras sobre la vida bajo la luz de las mediaciones del nuevo siglo.

Palabras clave: *vida, vivo, viviente, causa, fin, mecanismo*

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO 1 ARISTÓTELES: EL ALMA Y EL PRIMER MOVIENTE.....	13
Entidad viva: movimiento en sí y por sí.....	15
Naturaleza: forma, materia y compuesto.....	18
Alma del cuerpo y primer moviente inmóvil.....	20
Reflexiones causales.....	23
CAPÍTULO 2 KANT: LA FINALIDAD Y EL SUJETO COGNOSCENTE.....	25
Entidad viva: capacidad de autodeterminación.....	31
Naturaleza: objetos dados a los sentidos.....	41
Finalidad sin fin y sujeto cognoscente trascendental.....	44
Reflexiones causales.....	46
CAPÍTULO 3 TEORÍA EVOLUTIVA: EL GENOMA Y LA SELECCIÓN NATURAL.....	49
Entidad viva: estructura que funciona.....	57
Naturaleza: acción y resultado de leyes naturales.....	60
Genoma mecánico y selección natural directriz.....	61
Reflexiones causales.....	78
CAPÍTULO 4 (BIO)ARTIFICIALIDAD: LO VIVO INTERVENIDO.....	85
Entidad viva: movimiento intervenido.....	93
Naturaleza: <i>mimesis physeos</i> .....	93
<i>Bíos</i> interno y <i>téchne</i> externa.....	96
Reflexiones causales.....	97
CAPÍTULO 5 ESTUDIO DE CASO: PRODUCCIÓN Y DESARROLLO DE CLONES.....	100
Entidad viva: movimiento espontáneo y controlado.....	102
Naturaleza: disposición inicial de la <i>génesis</i> .....	104

Principios de organización de lo vivo.....	110
Reflexiones causales.....	116
CONCLUSIONES.....	121
ANEXOS.....	128
Esquema 1: problemas en la explicación de lo vivo.....	128
Esquema 2: marcos conceptuales para pensar lo vivo.....	129
Esquema 3: delimitaciones de la categoría de lo vivo.....	133
Clonación: detalles técnicos y prácticos.....	137
BIBLIOGRAFÍA.....	148

## (INTRODUCCIÓN)

PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN DE LO VIVO: CUATRO MOMENTOS CLAVE.

ARISTÓTELES, KANT, TEORÍA EVOLUTIVA Y (BIO)ARTIFICIALIDAD

Much as with genetic structures, language builds into new formulations a tacit memory of older concepts, shaping the course of research in accordance with its prior history, even while it also, and at the same time, provides the means by which new concepts are formulated and new perceptions achieved.

Evelyn Fox Keller (2002), *Making sense of life: explaining biological development with models, metaphors, and machines*

El presente trabajo de tesis (re)presenta un breve recorrido histórico que denota el esfuerzo occidental por resolver el llamado “secreto”, “misterio” o “enigma” de la vida. El hilo conductor de este trabajo es la pregunta: ¿cómo la filosofía organiza (teóricamente), comprende o explica lo viviente? Tomo como punto de partida dos momentos clave en el pensamiento occidental de lo vivo para examinar el entendimiento actual desde una perspectiva histórica: el primer momento dota de un lenguaje inaugural para la conceptualización de la vida y el segundo momento atesta el surgimiento de la idea de organismo<sup>1</sup>.

¿Qué cambia con la idea de organismo en la concepción de lo viviente? La tesis que defendemos afirma que hay un *antes* y un *después* en la comprensión o explicación de lo vivo a partir de la idea de organismo (tensión y crítica teleo-mecánica): *después* de la idea de organismo la explicación de lo vivo se mecaniza, la diferencia entre la causa y lo causado se convierte provisionalmente en diferencia entre mecanismos (causa/efecto), lo que a su vez reabre el problema de la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*». La teoría evolutiva actual permite reflejar esto en parte y la teoría de la (bio)artificialidad parece ser un intento por resolver tanto (a) el problema que llevó a la mecanización de lo vivo como (b) el problema nodal que la mecanización de lo vivo trae consigo. En todo caso nos preguntamos ¿es que las propuestas de la (bio)artificialidad responden a (a) la «aporía de la causalidad final» y a (b) la necesidad de explicar lo causado, es decir lo viviente, a través de la causa y no de una descripción más detallada de lo mismo: lo causado vivo? ¿En qué medida se atienden

---

<sup>1</sup> Si el foco está puesto en manifestaciones actuales de la explicación de lo vivo esto nos obliga a considerar sistemas de pensamiento que cumplan los siguientes criterios: (1) (pre)ocupación por y de lo sensible natural; (2) estimación lógica en la explicación de lo viviente; (3) exposición de la entidad viva desde un marco causal; (4) reflexión en torno a la idea de organismo. Esto es, la perspectiva y secuencia histórica de este trabajo de tesis parte de proyectos filosóficos donde la entidad viva ocupa un lugar central.

estos problemas filosóficos? Nuestro presupuesto más general es que las manifestaciones recientes en la explicación de lo vivo—teoría evolutiva y (bio)artificialidad—son el resultado de discusiones previas, tensiones conceptuales históricas y problemas no resueltos.

Las explicaciones de lo vivo a las que estamos expuestas hoy no se dan al margen de las discusiones entre eléatas y naturalistas, empiristas y racionalistas, epigenetistas, preformacionistas y preexistencialistas, vitalistas y mecanicistas, biólogos del desarrollo y biólogos evolutivos, seleccionistas y mutacionistas; tampoco prescinden de conceptos como forma/materia, cuerpo/alma, universo/primer moviente, parte-todo/partícula-agregado, poder formativo/poder motriz, leyes mecánicas/legalidad finalista, etcétera, en orden de formular conceptos como los de selección natural, complejo genético, célula, organismo y población o especie, por lo menos no sin consecuencias relevantes para el proyecto del saber y del pensar.

Entre dichas discusiones previas y tensiones conceptuales históricas se van apilando problemas, muchos de los cuales no ganan claridad, resolución o relevancia sino en retrospectiva. Parece que el problema de la organización de lo viviente por medios teleológicos y el de la organización por medios mecánicos y, en suma, el «origen» de lo vivo como tal, puede calificarse todavía hoy, bien entrado el siglo XXI, como irresoluto. No es claro qué causa la vida de lo vivo y sus estructuras, tampoco es claro si el comienzo de lo vivo está en lo viviente o en lo inerte ni si conviene pensar la población que vive, el organismo, la célula, el complejo genético y la selección natural como fin directriz, como mecanismo puro u otra cosa. No es clara, pues, la manera y el modo conveniente de explicar lo vivo. Así, resulta oportuna una revisión histórica de los modos de plantear el problema de lo vivo y una estimación de los logros y limitaciones que esta empresa entraña.

El gran problema es el problema de lo vivo: ¿qué es?, ¿qué lo causa? La dificultad que suscita, más allá (más acá) de su carácter no resuelto, es la falta de conciencia histórica en cuanto al modo de explicarle desde distintos principios de organización que responden a su época. Los antecedentes que han permitido ganar terreno respecto a una conciencia histórica de la comprensión, explicación u organización de lo vivo no sólo se aladran en los estudios críticos de nuestros ejemplos históricos—Aristóteles, Kant, teoría evolutiva y (bio)artificialidad—estudios como el de Ingemar Düring (*Aristóteles. Exposición e interpretación de su pensamiento*), Rachel Zuckert (*Kant on Beauty and Biology...*), Peter Godfrey-Smith (*Philosophy of Biology*), Eugene Thacker (*The Global Genome...*) y María Antonia González Valerio (*Pròs Bión...*) sino también en los estudios de índole histórica que recogen los modos de explicación del pensamiento occidental: *Historia de las doctrinas filosóficas* de Raúl Gutiérrez Sáenz, *The Structure of Scientific Revolutions* de Thomas Samuel Kuhn y *Making Sense of Life...* de Evelyn Fox Keller. Estos estudios han surcado el camino para pensar históricamente los principios de organización de lo vivo, sin embargo, ninguno de ellos dibuja un trazo largo y fino como el aquí pensado. El trazo es largo porque va de la antigüedad a la actualidad cruzando por la modernidad, intersecando múltiples disciplinas de adscripción



científica, filosófica y técnica, y el trazo es fino porque atiende con rigor y sin digresión la especificidad de lo vivo. Eso es lo que hemos intentado hacer aquí, un trazo largo y fino que nos lleve hasta la teoría evolutiva y la teoría (bio)artificial partiendo de Aristóteles y Kant, cosechando conciencia histórica sobre discusiones, conceptos y problemas que ciñen el pensamiento occidental de lo vivo.

Aristóteles y Kant, o bien, la teoría hilemórfica y la teoría finalista, son ejemplos históricos donde se ha intentado resolver el gran problema de lo vivo desde una (pre)ocupación de lo sensible y desde un marco causal. Con Aristóteles se abre el problema de la distinción «causa/causado» en estos términos y con Kant se abre la «aporía de la causalidad final» atendiendo inquietudes empíricas y lógicas. La «aporía de la causalidad final», (a), da cuenta en buena medida del rumbo que adoptaron las manifestaciones actuales de la explicación de lo vivo propensas al recurso mecanicista; mientras que la distinción (onto)lógica «causa/causado», (b), reformulada en un contraste epistemológico entre «*explanans/explanandum*», apunta en dirección de otro de los problemas que han tenido que atender las manifestaciones recientes en la explicación de lo vivo. La teoría evolutiva actual, por ejemplo, se ha valido de la selección natural, por un lado, y del ancestro que alguna vez vivió, por otro lado, como principio o causa externa de la estructura y función de lo vivo en orden de atender (a) y (b), mas parece evidenciar el meollo del asunto: una secuencia de causas eficientes, así pensada, no da cuenta de la persistencia y de la preservación como propiedad de lo vivo, sólo da cuenta de su transformación<sup>2</sup>. Algo similar ocurre con las propuestas de la (bio)artificialidad, éstas proponen un principio externo—en este caso técnico—mientras ponen delante un principio natural interno que da cuenta de lo viviente sin poder explicarlo a detalle. ¿El pensamiento occidental de lo vivo sigue absorto al respecto? ¿Qué avances se han logrado en la organización, comprensión o explicación de lo viviente?

---

<sup>2</sup> Si bien el cambio da cuenta del modo de ser de lo vivo y las transformaciones pueden ser pensadas como algo que constantemente abona a la persistencia, por preservación y persistencia me refiero, antes bien, al problema de la permanencia que ha obsesionado al pensamiento de Occidente: Aristóteles lo trata en términos de duración de lo viviente y de perpetuación de la especie; Kant, en términos de fin fundamental de la especie y del organismo (*i.e.* la preservación); Darwin, en términos de lucha por la vida, persistencia, perfeccionamiento y/o sobrevivencia del más apto y de la especie; Monod, en términos de propiedad extraña de lo vivo que resiste la desintegración (preservación y reproducción de la norma estructural). Es precisamente *la multiplicidad reunida o acumulada de estructuras y actividades que resultan beneficiosas, provechosas o favorables a la duración, perpetuación y sobrevivencia de lo vivo* (en locución de actividades como la nutrición, el crecimiento, la regeneración, la reproducción, la replicación, la sensibilidad; el metabolismo, la fotosíntesis, la síntesis de proteínas; la regulación, el mantenimiento y el desarrollo predeterminado) aquello que la tradición occidental se ha planteado resolver a través de muchos de sus principios teóricos—cuando menos siete: el primer moviente, el alma, el poder formativo, la finalidad, el sujeto cognoscente, el genoma y la selección natural en su versión finalista. Aunque con el giro moderno en las ciencias la atención de la observación se vuelca hacia las transformaciones, el problema que continúa irresoluto o a penas resuelto sin contundencia es el asunto de la preservación, resistencia y persistencia de lo vivo: ¿por qué y cómo el primer replicador y la primera célula adquieren la capacidad de *replicarse/reproducirse*? ¿por qué (no cómo) el ADN despliega mecanismos de *corrección*?, ¿por qué la membrana nuclear funciona como “caseta” o “portero” que da la bienvenida a material *útil no hostil*?, ¿por qué la membrana nuclear se *regenera* ante el *daño*? ¿por qué el sistema inmunológico de las ovejas preñadas *rechaza* embriones *dañados* que no tendrían posibilidades serias de *sobrevivencia*?, ¿por qué las especies tienden a *conservar* estructuras que resultan *ventajosas* en determinados ambientes? ¿Por qué a las piedras no se les atribuyen estos comportamientos o ese tipo de actividades que dan como resultado la *preservación* de lo vivo? Es en estos sentidos y en este contraste que entendemos el problema de la persistencia y preservación de lo que vive.

Nuestro objetivo ha sido investigar ‘¿cómo la filosofía organiza, comprende o explica lo viviente?’ y, más concretamente, indicar los diferentes marcos conceptuales para pensar lo viviente, especialmente los principios de organización a través de los cuales se comprende o explica lo vivo en momentos clave del pensamiento occidental. Asimismo, es nuestra tarea, indicar el problema filosófico general en el que se inserta el gran problema de lo vivo (en cada época) así como identificar y entresacar los problemas que en el intento por explicar lo vivo se han generado de Aristóteles hasta nuestros días: problemas que insisten en tanto irresueltos. Está el problema de la «aporía de la causalidad final» y el de la distinción «causa/causado» pero hay otros tantos. Una vez identificados dichos problemas, es nuestra intención ver cómo se comportan las preguntas que nacen de esos problemas en un caso actual: la producción y el desarrollo de clones en el Instituto Roslin. Esperamos con ello contribuir a aclarar el problema de lo vivo (¿qué es?, ¿qué lo causa?) y aclarar también la manera y el modo conveniente de explicar lo vivo (¿de qué depende la fuerza explicativa de un modo de explicar lo vivo?).

En un sentido, este trabajo de tesis es una investigación sobre los principios y causas de lo viviente. Principios y causas atribuidos en contextos circunscriptos, no solamente localizados espacio-temporal y culturalmente sino teóricamente prudentes a las circunstancias propias de un momento en la historia del pensamiento occidental. Entendemos por causa y por principio, de modo muy general, las definiciones aristotélicas<sup>3</sup>... no obstante, hablamos de fuerzas, fuentes de originación, poderes, capacidades, agencias, facultades, potencias, aptitudes, influencias e intervenciones como iguales, devolviendo dignidad provisional de “causa” a toda determinación y dejando el juicio acerca de si la causa es “primera” o lo “primero”, o no, al lector.

La tesis que defendemos afirma que hay un *antes* y un *después* de la idea de organismo en los modos de explicar lo vivo, esto es, hay un cambio. Los argumentos que presentamos se relacionan con cambios en los contextos sociopolíticos, visiones del mundo y, sobre todo, cambios en los artefactos instrumentales que abren nuevas posibilidades de percepción, cambios mayúsculos—determinantes y determinados por cambios minúsculos—de los que aquí no podemos dar cuenta a detalle pero cuyos efectos—también efectuates—son suficientes para demostrar un cambio en los modos de explicar lo viviente: (1)

---

<sup>3</sup> Principio (*arché*): “ciertamente lo común a todo tipo de principio es ser *lo primero a partir de lo cual* algo es, o se produce, o se conoce. Y de ellos, unos son inmanentes y otros son extrínsecos, y de ahí que principio sean la naturaleza y el elemento, el pensamiento y la voluntad, la entidad y el *para-qué*” (*Met.* V, 1 1013a 17-21). Causa (*aitíon*): “todas las causas son principios” (16-17); causa material: “*aquello de-lo-cual se hace algo, siendo aquello inmanente <en esto>*: el bronce, por ejemplo, lo es de la estatua y la plata lo es de la copa—y también sus géneros—” (24-25; cfr. *Fís.* II, 3 194b 23-25); causa formal: “*la forma* y el modelo, es decir, la definición de la esencia y los géneros de ésta (por ejemplo, de la octava es «la proporción de dos a uno» y genéricamente el número), así como las partes de la definición” (26-28; cfr. *Fís.* II, 3 194b 26-28); causa eficiente: “*aquello de donde proviene el inicio primero del cambio y del reposo*: así, el que da un consejo es causa, y el padre lo es del hijo, y en general, el agente lo es respecto de lo hecho y lo que produce el cambio lo es respecto de lo que resulta cambiado” (29-31; cfr. *Fís.* II, 3 194b 29-31); causa final: “*fin*, y éste es aquello *para-lo-cual*: por ejemplo, el del pasear es la salud. ¿Por qué, en efecto, pasea? Contestamos: para estar sano, y al contestar de este modo pensamos que hemos aducido la causa. Y también todas aquellas cosas que, siendo otro el que inicia el movimiento, se interponen antes del fin, por ejemplo, el adelgazar, el purgarse, las medicinas y el instrumental médico se dice que son causas de la salud; y es que todas estas cosas son para el fin, si bien difieren entre sí en que las unas son acciones y las otras instrumentos” (32-35; 1013b 1-3; cfr. *Fís.* II, 3 194b 32-35; 195a 1-3).

cambian los problemas filosóficos generales que encuadran los problemas que surgen en la explicación de lo vivo, (2) los principios de organización de lo vivo se vuelven distintos, (3) cambia el tipo de causalidad privilegiado y su énfasis, (4) cambia la cosa viva y el foco de atención. Estos aspectos (1-4), nos parece, ocasionan un cambio en las maneras de darse la explicación de lo vivo, si logramos mostrar que estos aspectos cambian, considerablemente, *antes* y *después* de la idea de organismo creemos haber demostrado la afirmación que sostiene nuestra tesis y creemos haberla así defendido con integridad.

Presentamos a continuación, siguiendo la trama de los argumentos (1-4), un resumen de cada capítulo antes de exponer—de antemano—las conclusiones más relevantes a las que hemos arribado. La estructura general de cada capítulo es exactamente la misma: primero se introduce a la manera de explicar lo vivo en cuestión colocando delante sus distinciones propias y el cuestionamiento filosófico general además de inquietudes e intereses particulares que le circunscriben (apartado introductorio); después se abordan las delimitaciones y colindancias de la categoría de lo vivo y de la naturaleza (apartados segundo y tercero); luego se indican y describen los principios de organización de lo viviente de los cuales se hace uso en ese modo de explicar lo vivo (apartado cuarto); y, por último, se presenta una serie de reflexiones causales (apartado quinto): ¿cuál es el tipo de causalidad que allí opera? ¿qué énfasis establece? ¿cómo se posiciona la causa respecto de lo vivo?

En el capítulo primero “Aristóteles: el alma y el primer moviente” se expone la teoría hilemórfica pensada desde la *psyché*, lo vivo se explica primordialmente desde lo prematerial: el fin como forma (alma) y el Fin como primer moviente que causa lo vivo. (1) El problema filosófico general en el que se inserta el problema de lo vivo es el problema de los principios y las causas en relación con el movimiento. (2) Los principios de organización de lo viviente en la teoría hilemórfica son el alma y el primer moviente, (3) el tipo de causa empleado es la causa final, la causa formal, y el énfasis causal está en el recurso teleológico. (4) La cosa viva es la semilla, el ave, el cuerpo o la esfera celeste, el corazón... el foco de atención está puesto en el movimiento y en la naturaleza de la cosa que vive.

En este primer capítulo se hace presente un problema que va a insistir a lo largo de nuestra secuencia histórica: la distinción «causa/causado». Y aquí mismo, en medio de la reflexión sobre la Naturaleza y las naturalezas como causas de la actividad y estructura de lo vivo (eso que tiene el principio del movimiento *en sí y por sí* cuyas causas formal, final y eficiente coinciden), se introduce la idea de la materia como determinante de lo vivo y del artefacto: la materia ingenerada y la forma o fin como causa de su estructura, orden y organización. En este sentido, se piensan también desde aquí los materiales de los que están hechas las cosas naturales, las cosas vivas y los artefactos, su movimiento y la naturaleza de cada cual: una naturaleza, en cada caso, que puede ser pensada con y sin fin. Está la materia como naturaleza, está la forma como naturaleza y está el fin que se introduce en la naturaleza como forma; pero también está la estructura material de lo vivo en función de un fin (bien) *versus* la estructura material en función de un límite, una forma que, en parte, dota de una naturaleza específica a la materia y limita su movimiento; desde el caso de la(s) naturaleza(s) pensadas sin fin (bien), el fin como presunta actividad característica

o función de lo vivo pudiera pensarse como resultado y no principio como la forma, y parece que esta reflexión se vuelve fundamental una vez recorridos los problemas que se hacen manifiestos, especialmente en los capítulos segundo y tercero, respecto al mecanismo y a la finalidad como causas de lo viviente.

En el capítulo segundo “Kant: la finalidad y el sujeto cognoscente” se expone la teoría finalista pensada desde el vínculo entre lo empírico y lo *a priori*, lo vivo se explica desde una tensión entre lo prematerial y el mecanismo material privilegiado: los mecanismos, actividades y materiales subordinados a un poder formativo que puede ser comprendido en términos de un fin (finalidad)—puesto en parte por el sujeto que conoce—como causas de lo vivo. (1) El problema filosófico general en el que se inserta el problema de lo vivo es el problema del orden en (el modo de investigar) la naturaleza. (2) Los principios de organización de lo viviente en la teoría finalista son la finalidad y el sujeto cognoscente, (3) el tipo de causa empleado es la causa final y la causa eficiente, el énfasis causal está en el recurso teleomecánico. (4) La cosa viva es la hierba y la oruga, el árbol, su embrión, sus hojas, y el humano... el foco de atención está puesto en las relaciones recíprocas (parte-todo) de la cosa que vive y, principalmente, en su investigación.

En este segundo capítulo se presenta el problema de la «aporía de la causalidad final», este problema también insiste a lo largo de nuestra secuencia histórica y da cuenta del rumbo que han adoptado las manifestaciones actuales en la explicación de lo vivo. Se presentan aquí mismo los problemas que el materialismo y el mecanismo implican y la trampa mecanicista al interpretar el modelo causal que pone delante la idea de organismo como “causa y efecto de sí mismo”. En suma, se obtiene una crítica al fin y al mecanismo puro como causas de lo viviente. Además de la idea de organismo—piedra angular en este trabajo de tesis—encontramos aquí la idea del poder formativo como límite trascendental y la idea de germen como límite preformado y predisposición entendidos como fin desde el vínculo de lo empírico y lo *a priori*; y asimismo, algunos problemas que pone de manifiesto la brecha entre lo natural y lo artificial, lo orgánico y lo inorgánico.

En el capítulo tercero “Teoría evolutiva: el genoma y la selección natural” se expone la teoría de la evolución pensada desde la estructura funcional en muy distintos niveles de observación (sistema anatómico-fisiológico, órgano, célula, material genético), lo vivo se explica desde lo material y el mecanismo: el genoma, la selección natural y el ambiente biótico y abiótico como causas de lo vivo. (1) El problema filosófico general en el que se inserta el problema de lo vivo es el problema de la estructura aparentemente diseñada de aquello que vive: diseño sin diseñador. (2) Los principios de organización de lo viviente en la teoría de la evolución son el genoma y la selección natural, (3) el tipo de causa empleado es la causa eficiente y, a veces, la causa final; el énfasis causal está en el recurso mecánico y, a veces, en el recurso teleomecánico según la versión teórica. (4) La cosa viva es el topo ciego, el pájaro carpintero, el parásito como el muérdago o el crustáceo, su larva, y la célula simbiote... el foco de atención está puesto en la estructura de la cosa que vive y, derivadamente, en su movimiento pensado como función.

En el tercer capítulo se presentan problemas como el origen de lo vivo, la direccionalidad de lo viviente en términos de la acumulación de estructuras ventajosas, así como el problema de la unidad de lo que vive y el de la brecha entre lo vivo y lo inerte. Se vuelve aquí evidente, la serie de cuestiones que atienden principios como la selección natural, el poder formativo, el fin o la finalidad y la forma; éstos son principios que dan cuenta de la iteración del acontecimiento poco probable (iapp): la emergencia de lo viviente (lo capaz de autopreservación), la conservación y acumulación de estructuras ventajosas, la tendencia hacia un resultado predeterminado en los procesos de crecimiento, desarrollo y regeneración. En suma, se obtiene aquí una relación de los problemas que atiende el recurso teleomecánico y el recurso mecánico. Asimismo, encontramos en el capítulo tercero la idea de límite como predisposición mecánica (ADN), la idea de límite como trascendental (selección natural en su versión finalista) y la idea de límite como aquello influenciado por su ambiente. Se trasluce el carácter debatible del protagonismo causal del genoma y la selección natural que se juegan lado a lado con la contingencia y el azar, el ambiente y el límite—como algo sobre lo cual actúa la ley natural o como algo que determina la actividad propia de lo vivo.

En el capítulo cuarto “(Bio)artificialidad: lo vivo intervenido” se expone la teoría (bio)artificial pensada desde la conciencia histórica del límite, lo vivo se explica desde lo material, sus agenciamientos y determinaciones: *bíos*, la biósfera y la tecnoesfera como causas de lo vivo. (1) El problema filosófico general en el que se inserta el problema de lo vivo es el problema del mundo (bio)tecnológico. (2) Los principios de organización de lo viviente en la teoría de la (bio)artificialidad son el *bíos* y la *téchne*, (3) el tipo de causa empleado es la causa formal y la causa eficiente; el énfasis causal se juega entre el recurso (teleo)mecánico y el recurso trascendental. (4) La cosa viva es el (bio)artefacto: la planta enlazada, el capullo intervenido, la célula reprogramada, la milpa transgénica y el rebaño clon... el foco de atención está puesto en el movimiento y la intervención de la cosa que vive.

En el cuarto capítulo se define lo que es entendido por bio(arte)facto y sus métodos de producción. (Re)aparecen aquí conspicuamente el problema de la brecha entre lo natural y artificial, lo vivo e inerte, y el problema del límite de lo vivo y de lo natural. La conciencia histórica del límite se relaciona, en este capítulo, con la alterabilidad del límite según la circunstancia: el límite se transforma según la materia y su naturaleza, el lugar de referencia de las percepciones, las potencialidades o capacidades presuntamente propias de un sector material-sensible, sus partes y componentes (de tenerlos) y demás fuerzas internas, se transforma atendiendo la intervención de la materia por lo otro vivo, por factores abióticos y según la intervención del momento histórico y la época, el contexto político y económico, la técnica, los fines humanos y la negociación. Si el límite que vincula o asocia el movimiento espontáneo de la cosa viva con la intervención externa es, en parte, alterable y circunstancial (por ejemplo, el abstracto punto inicial de la génesis y la intervención humana que se engrosan y adelgazan según el contexto: patentes, mercado de la salud...) ¿el límite de la materia también es circunstancial o sólo su ejecución

efectiva? Y ¿la influencia sobre el límite de la materia viva en términos de una determinación respecto a la actividad efectivamente realizada, dentro de los límites de la actividad potencial, transforma la esencia de lo vivo?

En el capítulo quinto “Estudio de caso: producción y desarrollo de clones” se exhibe el estudio de un bio(arte)facto actual pensado desde los diferentes modos de explicar lo vivo—se anda *de novo* el camino de nuestra secuencia histórica a la luz de las mediaciones del nuevo siglo. Si en los capítulos previos se presentan diversos ejemplos que acompañan la reflexión en torno a lo viviente y sus correlatos, en este capítulo nos concentramos en un solo ejemplo y procuramos abordarlo con mayor hondura: el artefacto que se mueve y crece en la instancia concreta de la oveja clon. El estudio se inserta en el caso de los embriones reconstruidos en el Instituto Roslin (Edimburgo, Reino Unido) y las ovejas clones, a veces transgénicas, allí desarrolladas: Megan y Morag, Cedric, Cyril, Cecil y Tuppence, Taffy y Tweed, Dolly, Polly y su legado.

El problema filosófico general que encuadra este estudio es el problema del mundo (bio)tecnológico y el problema de la brecha entre lo vivo y lo inerte, mas, las preguntas que se van comportando de un modo particular, en el quinto capítulo, nacen de los problemas que se fueron manifestando en los diferentes modos de plantear el problema de lo vivo en nuestra secuencia histórica—Aristóteles, Kant, teoría evolutiva y (bio)artificialidad—preguntas del tipo: ¿los clones están vivos?, ¿los clones son naturales?, ¿hay una brecha inzanjable entre lo vivo y lo no-vivo natural, la piedra y la célula? ¿Qué causa la vida de lo vivo y sus estructuras?, ¿hay un fin o propósito en el movimiento, cambio y reposo de la oveja clonada (adulta)?, ¿hay un fin o propósito en el desarrollo del clon de oveja (embrión)? ¿Basta lo material y el mecanismo para dar cuenta de lo vivo?, ¿qué nos obliga a considerar algo más?, ¿no basta con las leyes naturales? ¿Qué es una ley en cuanto natural?, ¿cuáles son los límites de la ley natural como principio explicativo? ¿Cuáles son los límites del genoma y del ambiente en la explicación de lo vivo? ¿El genoma, o su precursor, es algo vivo, inerte, inorgánico u orgánico? ¿En el comienzo de lo vivo está lo viviente o lo inerte? El peso de la historia nos obligaría a hacernos cargo de estas preguntas en las maneras de explicar lo vivo por venir.

En conclusión, tras haber investigado ‘¿cómo la filosofía organiza, comprende o explica lo viviente?’, hay cuando menos cuatro maneras de dar cuenta de lo vivo en Occidente: la teoría hilemórfica, la teoría finalista, la teoría de la evolución y la teoría de lo (bio)artificial. De aquí se desprenden diez principios de organización de lo vivo—el alma (al), el primer moviente (pm), el poder formativo (pf), la finalidad (fi), el sujeto cognoscente (sc), el genoma (ge), la selección natural (sn), el ambiente (am), el *bíos*, la *téchne*—y cuatro modos de explicar lo vivo según recursos específicos: (i) la explicación teleológica que se vale de la causa final-formal-eficiente y de la causa eficiente-material, (ii) la explicación teleomecánica que se vale de la causa final y de la causa eficiente, (iii) la explicación mecánica que se vale de la causa eficiente y (iv) la explicación trascendental o no mecánica pura que se vale de la causa formal y de la causa eficiente.

Las maneras de dar cuenta de la vida de lo vivo y de sus estructuras desde un marco causal (Aristóteles, Kant, teoría evolutiva y bioartificialidad), no son exhaustivas, ninguna de ellas. Tampoco son progresivas de modo tajante ni atienden sin reservas todos los problemas que en la explicación de lo vivo se han generado desde Aristóteles hasta nuestros días. La organización, comprensión y explicación de lo vivo atiende, antes bien, el espíritu de una época, su visión del mundo y una experiencia concreta de lo viviente.

Las consideraciones más generales que una explicación de lo vivo supone son las siguientes: tipo de causa (*e.g.* material, formal, final, eficiente), localización de la causa respecto a lo causado (*e.g.* dentro o fuera de lo vivo, dentro o fuera del universo), énfasis causal (*e.g.* recurso teleológico, teleomecánico, mecánico, teleonómico, trascendental), medio de observación de lo causado (*e.g.* ojo desnudo, cámara, microscopio), nivel de observación de lo causado (*e.g.* molecular, microscópico: tejido, órgano, organismo, población, especie), selección de la cosa viva (*e.g.* semilla, ave; topo ciego mamífero, simbionte; virus fotografiado, planta o ecosistema enlazado a telégrafo o respirógrafo, bacteria iluminada, maíz o milpa transgénica, oveja o rebaño clon, cuerpo enlazado a sistema informático, dron, IA).

Este trabajo de tesis concluye apuntando en dirección de las preguntas ‘¿en qué se ha avanzado en la comprensión o explicación de lo vivo y en qué no?’, ‘¿qué hay de nuevo?’. Para ello habrá de efectuarse primero un brevísimo recorrido histórico e indicar el problema filosófico en el que se inserta el marco conceptual para pensar lo viviente, las delimitaciones y colindancias de la categoría de lo vivo, así como los principios de organización a través de los cuales se comprende o explica lo vivo en momentos clave del pensamiento occidental: la teoría hilemórfica, la teoría finalista, la teoría evolutiva y la teoría (bio)artificial.

## CAPÍTULO 1

### ARISTÓTELES: EL ALMA Y EL PRIMER MOVIENTE

Los conceptos o principios de organización a través de los cuales Aristóteles comprende y explica lo vivo son el alma y el primer moviente. Para entender lo que es el alma y lo que es el primer moviente hay que entender primero el problema filosófico que interesa a Aristóteles y las distinciones que establece entre la vida, lo vivo o viviente y el principio vital o naturaleza.

Aristóteles hereda el problema de los principios y del Todo o la Naturaleza (Jaeger, 1946; Düring, 1987), dicho brevemente, le interesaba indagar respecto a las causas de las cosas —¿qué son? ¿qué las hace ser lo que son y tal cual son?— y si la causa es la Naturaleza como sus predecesores proponían, le interesa determinar si la Naturaleza es una o múltiple, móvil o inmóvil y si es separable, por ejemplo, de lo sensible, de lo corpóreo o de lo corruptible, en qué modo. El supuesto del que parte y que va a distinguirlo de los eléatas para acercarlo a los naturalistas jonios lo encontramos en la *Física*: “las cosas que son por naturaleza o todas o algunas, están en movimiento; esto es claro por inducción” (I, 2 185a 12-14). Es decir, Aristóteles hace suyo el problema del movimiento<sup>4</sup>. En contraste con los eléatas o partidarios de lo uno inmóvil, el pensador de Estagira asume que el movimiento es real e inteligible.

Buena parte de la filosofía de Aristóteles puede exponerse a contrapunto de las conclusiones de uno de sus predecesores. Parménides concluye que el Todo o la Naturaleza es una e inmóvil, que sólo hay un ente que es al mismo tiempo principio (el Todo o la Naturaleza equivalente al Universo), concluye también que “lo que es” tiene sólo un significado absoluto y que ninguna cosa llega a ser o es de otras (Bernabé, 2008). La filosofía aristotélica, en cambio, sostiene que hay una Naturaleza que, existiendo separada de todo lo sensible material, es decir, del universo, causa el movimiento de las cosas siendo ella misma inmóvil (el primer moviente) pero aquello que da cuenta de la causa del ser de cada cosa—en el sentido de qué son y qué las hace ser lo que son tal cual son—aquello es múltiple y aunque es inmaterial está en las cosas mismas. Lo que para los antiguos era la Naturaleza se convierte aquí en la(s) naturaleza(s) pues lo que para los presocráticos es un Todo universal indivisible en Aristóteles es un tipo de continuo, finito, fijo y ordenado cuyas partes se mueven de modo independiente: el universo con muchas naturalezas cada una propia a cada cosa.

Aristóteles considera aporético sostener que “sólo hay un ente que es al mismo tiempo principio” y propone, siguiendo a su maestro Platón, distinguir la causa de lo causado. En esta tónica distingue el primer moviente del universo y el alma de lo

---

<sup>4</sup> Para autores como Heidegger (2000 [1939]) el problema del movimiento y de la movilidad separa a Aristóteles no sólo de los eléatas sino del materialismo. Nosotras asumimos solamente la primera de estas aseveraciones pues, como el filósofo alemán reconoce, no hay un rechazo explícito a la concepción materialista de la *physis* (naturaleza) en el libro segundo de la *Física*. Creemos que si se libera a la materia de su condición indeterminada—defendida por eléatas como Antifonte—el materialismo es compatible con el pensamiento aristotélico.



vivo (causa/causado), el primer moviente es causa del movimiento del universo—que no de su materia—mientras el alma es causa del movimiento propio de lo viviente y de su unidad. Así, en contrapunto a las conclusiones de Parménides, Aristóteles insiste en el problema del movimiento pues éste es lo causado por la Naturaleza (primer moviente) y por cada naturaleza (alma). Se lee entre las líneas de la *Física*: “[p]uesto que la naturaleza es un principio del movimiento y del cambio, y nuestro estudio versa sobre la naturaleza, no podemos dejar de investigar qué es el movimiento; porque si ignorásemos lo que es, necesariamente ignoraríamos también lo que es la naturaleza” (III, 1 200b 12-15). Aristóteles critica desde este argumento a los pensadores que procuran explicar la naturaleza sin tomar en cuenta ni el movimiento ni el cambio y resuelve las dificultades a las que se enfrentaron los eléatas dando la vuelta a otra de las conclusiones de Parménides, a saber, la significación única de “lo que es”. El discípulo de Platón y simpatizante de los naturalistas jonios propone la polisemia de “lo que es” (*Jégetai pollachôs*), para evitar la contradicción en el discurso del ser, y enmarca la pregunta por el ser de las cosas—¿qué son? ¿qué las hace ser lo que son y tal cual son?—desde el rótulo de la «entidad» o naturaleza y desde los rótulos de la(s) «cualidad(es)», «cantidad(es)», «relación(es)», «posición(es)», «acción(es)», «padecimiento(s)», «posesión(es)», el «espacio» y el «tiempo», los «actos» y las «potencias» a ella vinculados (*prôs hen*). En este marco se vuelve posible que una cosa llegue a ser o se genere de otras.

He señalado en tres párrafos el problema que interesa a Aristóteles atender y el modo en que comienza a considerarlo. La serie de distinciones que establece entre la vida, lo vivo o viviente y el principio vital o naturaleza se inserta en el problema del movimiento en relación con una comprensión múltiple, estable y permanente del ser, es decir, de su causa y principio. La comprensión de la causa del movimiento es múltiple porque se concibe a través de los varios sentidos que asume “algo que es” (los rótulos), es estable porque es determinada e indivisible y es permanente porque puede cambiar y seguir siendo a la vez lo mismo. De los rótulos que corresponden a “lo que es” el foco está puesto en la «entidad». La entidad es la naturaleza de las cosas y puede ser materia, forma o el compuesto de ambas.

Para decirlo pronto, en la filosofía aristotélica la vida es permanencia (persistencia, duración, reposo), cambio y movimiento (actividad), el término es denso y su uso se reparte entre las páginas de la *Metafísica*, la *Física*, los tratados biológicos y los tratados éticos. En el mundo sensible, según las líneas dispuestas en *De Anima* la vida es el movimiento de lo vivo causado por el alma como principio vital. Por ejemplo, la actividad, función u operación de una planta, de un animal o alguna de sus partes en correspondencia con su(s) capacidad(es) definitoria(s): el crecimiento y desarrollo de una planta en correspondencia con sus aptitudes, la sensación y el desplazamiento de un animal en correspondencia con sus facultades, la vista efectiva del ojo en correspondencia con la capacidad de visión. Dicho brevemente, *crecer*, *desarrollarse*, *desplazarse* y *sentir* (*ver*) es vida en tanto cada cual es una expresión del cambio o el movimiento. La vida, lo vivo y el principio vital se dan siempre juntos en el mundo sensible material, el principio vital es según el caso separable o no separable del cuerpo mientras la forma lo es así

respecto a la cosa, Aristóteles lo dice con seguridad en *De Anima* (II, 1 413a 1-9; 413a 1-8) y en la *Física* (II, 2 193b 4-6; 35-194a 1; 194b 10-15). Empero, la vida, lo vivo y el principio vital son distinguibles en un ejercicio de análisis y éste es inherente al pensamiento aristotélico y a su comprensión de lo vivo. Lo vivo es lo que persiste y se mueve por mor de lo que (con)tiene dentro de sí. El principio vital, siendo algo determinado, determina el movimiento de lo viviente al fundar el límite de la(s) capacidad(es) definitoria(s) que va(n) a caracterizar el movimiento del individuo vivo. La vida es ese movimiento característico efectivamente realizado y suele ser una actividad, un trabajo, una obra, una operación o la función de un todo organizado o de alguna de sus partes: el *germinar* de una semilla, el *volar* de un ave, el *latir* de un corazón<sup>5</sup>.

*Entidad viva: movimiento en sí y por sí*

¿Qué es lo vivo en la filosofía aristotélica? Hemos dicho ya que lo vivo es lo que persiste y se mueve por causa de lo que (con)tiene dentro de sí y que la planta y el animal son ejemplos de lo vivo. Conviene hablar de los tipos de cosas que hay en la propuesta aristotélica y de la distinción entre las cosas naturales y las cosas técnicas antes de describir la distinción entre las cosas animadas e inanimadas.

El mundo aristotélico es amplio y variopinto, hay el tipo de cosas inmóviles, inmateriales, eternas y permanentemente actuales (primer moviente) y hay el tipo de cosas sensibles móviles eternas (cuerpos celestes) o corruptibles (cuerpos más acá del primer cielo). Entre los límites del espacio que es habitado por las cosas eternas y las corruptibles existe un conglomerado de cuatro pliegues hacia el que tienden los cuerpos simples (fuego, aire, agua, tierra) y en el espacio sublunar encontramos más cosas naturales (plantas, animales) y cosas artificiales (artefactos). Si se escarba en las cosas que habitan el centro de este universo, es decir, si se busca en el interior de las cosas físicas que habitan la Tierra encontramos cosas abstractas que estando en las cosas mismas comparten algunos rasgos con el primer moviente, estas cosas abstractas dotan a esas cosas físicas de propiedades y comportamientos propios, le dan su naturaleza a cada cosa y así limitan su movimiento. Las cosas sensibles vivas son aquellas cuyo movimiento es determinado por dos fuerzas: una que atrae o jala desde fuera (primer moviente) y otra que brota y empuja desde dentro (alma).

Vayamos más despacio con la distinción entre las cosas naturales y las cosas técnicas para describir con mayor detalle la distinción entre las cosas animadas y las cosas inanimadas. Aristóteles señala en el libro segundo de la *Física* que las cosas naturales son las que tienen *en sí mismas y por sí mismas* el principio del movimiento—y del reposo—a diferencia de las

---

<sup>5</sup> Hay que insistir en la interdependencia entre lo vivo, el principio vital o naturaleza y la vida: como decíamos, la vida, lo vivo y el principio vital se dan siempre juntos. Si *la vida es cambio o movimiento cuya fuente es activa e interna* respecto a una entidad sensible, la fuente es el principio vital y la entidad sensible es lo vivo. Es decir, en la filosofía de Aristóteles, *lo vivo es tal en función del* principio que le dota de la capacidad de un cambio determinado y controlado. El principio vital (naturaleza: alma) le da a lo vivo la capacidad de vivir y de hacerlo de cierta manera: tanto de hacer como de no hacer lo propio, *i.e.* iniciar, cesar y ordenar el cambio y movimiento que por naturaleza le caracteriza en cada caso.

cosas artificiales cuya causa está fuera de ellas y cuya tendencia natural al cambio les viene apenas por su materia. La cama, por ejemplo, no (con)tiene dentro de sí aquello que determina sus aspectos más básicos (atributos y propiedades) ni su cambio está regulado por algo que le sea interno. Parece por el contrario que el artesano determina desde fuera las características de la cama y si la cama se pudre es por la materia de que está hecha (*e.g.* madera) y no por sus aspectos más básicos y definitorios. Si bien es conforme a la naturaleza de la madera podrirse y germinar nada de esto define una cama que además puede estar hecha de otro material. En la filosofía aristotélica estas operaciones ni siquiera definen la cama hecha de madera, lo que define la cama y le da su especificidad le viene de fuera y suele ser convencional. La madera, por otro lado, tiene dentro de sí el principio del movimiento y del cambio que le es característico, se pudre y germina, de ella brota más madera y no por convención. Este es el caso del comportamiento de un cuerpo simple como la tierra (tiende hacia el centro) o el fuego (tiende a elevarse) y asimismo es el caso de un cuerpo como la planta (tiende a la nutrición, al desarrollo y a la generación reproductiva) o el animal (tiende a la percepción sensible y al desplazamiento). En suma, las cosas artificiales como la cama, la prenda de vestir o la casa tienen el principio del cambio fuera de ellas mientras las cosas naturales como la planta y el animal (con)tienen el principio del movimiento dentro de ellas—en las cosas animadas este principio es el alma.

De entre las cosas naturales hay todavía una distinción adicional que va a acotar el espectro de las cosas animadas. Parece que algunas cosas naturales hacen especial honor al concepto de las cosas que son por naturaleza. En el libro octavo de la *Física*, Aristóteles nota algunas cosas naturales cuyo movimiento no proviene de ellas mismas aun teniendo el principio del movimiento dentro de sí o aun teniendo naturaleza. Éste es el caso de los cuerpos simples y sus movimientos porque ninguno de ellos posee la capacidad de hacer y no hacer lo que le es propio, su carácter es pasivo y depende de algo otro que sí mismo para entrar en actividad. El fuego, por ejemplo, es movable hacia arriba, se desplaza hacia arriba y sólo eso puede hacer, le es imposible parar. Por el contrario, las plantas y los animales pueden hacer y no hacer lo que les es propio, determinan de modo activo, por ejemplo, su nutrición o su desplazamiento. Las plantas y los animales inician, cesan y ordenan su propio movimiento por ello tienen el principio del movimiento y del reposo en sí mismas y además su movimiento proviene de ellas mismas pues en ellas radica lo moviente activo y lo movable pasivo. Esto es propio de lo viviente apunta Aristóteles.

Las cosas animadas *se* mueven. Algunos autores expresan las particularidades de las cosas vivas del mundo griego antiguo con anacronismos interesantes como “principio cibernético”, “sistema intencional”, “organismo”, entre otros. Cito un ejemplo para arrojar luz sobre lo ya expuesto y sobre lo que queda por exponer pero también para ir marcando las relaciones entre la filosofía aristotélica, como un momentos clave en el pensamiento occidental de lo vivo, y manifestaciones más recientes en la explicación de lo vivo y sus correlatos (la máquina, el organismo):

Such an *archē* [the internal principle of motion] must be, so to speak, *cybernetic*: the sort of *arche* distinctive of life (*zōtikon*) is the sort which equips that entity of which it is source to control the directionality of its movement and to halt the movement

altogether when it is unwelcome. (...) It follows, then, that mere *directionality*, the sort we find in the elements [simple bodies], does not suffice for life. Also required is an ability to control that directionality along some dimension, presumably in the pursuit the end of which is the good of the agent in question. (...) Self-directing, or self-regulating, systems are, however, already close to being living systems. (...) So, in some sense, every living thing will be a kind of intentional system, a system whose activities are orchestrated around and subservient to the attainment of some end-state which is its good. Hence (...) the soul as substance of living things will also provide internal forms of organization explanatory of the characteristic activities of the living being in question (Shields, 2008, pp.138-139, 142).

El distintivo de las cosas animadas, ahora conviene decirlo, es la identidad entre su causa formal, su causa final y su causa eficiente. Vamos de nuevo al principio. Las cosas animadas, esas que, por mor de lo que (con)tienen dentro de sí, persisten y *se mueven*, tienen vida, es decir, las recorre el movimiento. Acostumbramos llamar vida, dice Aristóteles, a la autoalimentación, al crecimiento y al envejecimiento. El movimiento es vida pero en tanto causada por aquello que las cosas vivas (con)tienen dentro de sí—así es en el mundo de las cosas sensibles móviles corruptibles—de aquí que hablemos de *autoalimentación* tanto como de regulación *interna* del cambio. Aquello que causa el movimiento de las cosas animadas desde dentro es el principio vital o naturaleza, es decir, el alma. El alma, siendo algo determinado, determina el movimiento de lo viviente al fundar el límite de la(s) capacidad(es) definitoria(s) que va(n) a caracterizar el movimiento del individuo vivo. En el alma se conjugan la causa formal, la causa final y la causa eficiente, Aristóteles lo explica en *De Anima* (II, 4 415b 8-17).

Un ejemplo y un contraejemplo pueden iluminar el asunto griego. Comencemos con la vida, decíamos antes que la vida es el movimiento característico de alguna cosa viva pero efectivamente realizado y decíamos que suele ser una actividad, un trabajo, una obra, una operación o una función. La autoalimentación efectiva de una planta, por ejemplo, es vida. La capacidad de autoalimentación o nutrición asociada a la(s) capacidad(es) de crecimiento, desarrollo y generación reproductiva constituye(n) la(s) actividad(es) que caracteriza(n) el movimiento de la planta individual, tal capacidad o alma es la causa formal de la planta porque define qué es tal cual es pero al mismo tiempo es la causa final de la planta porque especifica la actividad que la planta tiene que hacer o realizar: la actividad a la que *se dirige*<sup>6</sup>. Y al mismo tiempo, tal capacidad es la causa eficiente y fuente inicial de donde proviene el cambio o el reposo. La identidad entre causa formal, causa final y causa eficiente es el distintivo de las cosas animadas. En contraste, tomando como contraejemplo el caso de una casa—cuya definición es por convención ‘aquello que brinda abrigo y protección’—la causa formal sigue a la causa final (en su estructura incluye su función) pero no se identifica con la causa eficiente porque, en el caso de la casa, la causa agente es el arquitecto que tal como el artesano en el caso de una cama reside fuera de la cosa en cuestión.

---

<sup>6</sup> Las anotaciones de Heidegger (2000 [1939]) nos parecen reveladoras al respecto pues traduce esta actividad o fin direccional (*physis, telos, entelécheia, enérgeia*) como “disposición [inicial] de partida sobre la movilidad y, por ende, sobre el cambio” (p.226), como el “comienzo de la movilidad” y como un “tenerse a sí mismo al final” (p.235).

En las cosas animadas, digámoslo una vez más, se identifican la definición de la cosa, su actividad, obra o función a realizar y su fuente inicial del cambio y del reposo. Recapitulando, de las cosas que habitan el universo, los cuerpos celestes están vivos mas su actividad (traslación) se encuentra constante y efectivamente realizada ya que al alcanzar su fin o propósito regresan al comienzo y tienen que satisfacer nuevamente su objetivo; los cuerpos simples no están vivos porque su fuente inicial del cambio y del reposo no está determinada *por ellos mismos*, requieren de algo otro que los haga entrar en actividad (desplazamiento hacia), es decir, dependen de algo otro que realmente controla el inicio, el cese y el ordenamiento en virtud del cual éstos realizan su actividad característica; finalmente, los cuerpos como las plantas y los animales están vivos pero no siempre están ejecutando la actividad que les caracteriza (nutrición, crecimiento, desarrollo y generación reproductiva o sensación y desplazamiento controlado), es decir, pueden presentar un estado de potencia no actualizado pero disponible.

En conclusión, la entidad viva es aquella cuyo movimiento es determinado por dos fuerzas: una que atrae o jala desde fuera (primer moviente) y otra que brota y empuja desde dentro (alma), en relación con esta última, la entidad viva posee el principio del movimiento y del reposo *en sí misma y por sí misma* de tal modo que el movimiento proviene de ella misma y de tal modo que sus tres causas se identifican. La causa triple, esto es el alma, es la entidad o naturaleza de cada cosa y a partir de ésta se explica lo vivo.

#### *Naturaleza: forma, materia y compuesto*

En rigor, el foco de la filosofía aristotélica no está puesto en las cosas animadas ni en las cosas naturales sino en la naturaleza. Hoy día, el término en castellano refiere tanto el conjunto de las cosas naturales como la naturaleza propia de cada una de las cosas. Para Aristóteles la naturaleza en conjunto es una *taxís* de fines (Echandía, 2011), fines que definen al conjunto de las cosas naturales; la Naturaleza que está fuera del universo es un principio externo del movimiento y la naturaleza propia a cada una de las cosas es una fuente interna del movimiento<sup>7</sup>. La naturaleza interna al universo y a cada cosa puede ser forma, materia o el compuesto de ambas. Conviene hablar de la jerarquía de la forma respecto a la materia y al compuesto para entender mejor la jerarquía del alma respecto al cuerpo con vistas a explicar la naturaleza de las cosas y su unidad—¿qué son? ¿qué las hace ser lo que son y tal cual son? Entre las líneas de la *Metafísica* (Z) se enuncia:

El sujeto (...) es aquello de lo cual se dicen las demás cosas sin que ello mismo <se diga>, a su vez, de ninguna otra. Por eso debemos hacer, en primer lugar, las distinciones oportunas acerca de él: porque parece que entidad es, en sumo grado, el sujeto primero. Y se dice que es tal, en un sentido, la materia, en otro sentido la forma, y en un tercer sentido el compuesto

---

<sup>7</sup> Heidegger (2000 [1939]) resume las acepciones que históricamente ha adoptado el término *physis* (naturaleza) del siguiente modo: [1] *natura*, nacer, surgir: lo que hace que algo surja de sí mismo; [2] naturaleza de las cosas: de qué son y de cómo son; [3] lo dado en la creación que debe ser sometido; [4] aquello que cumple dejar libres instintos y pasiones; [5] lo que está sobre los dioses y es más antiguo que los tiempos: aquello en lo que cada ente llega a ser o lo que determina a lo ente en su conjunto; [6] materia dotada de fuerza; [7] lo indeterminable.

de ambas (llamo materia, por ejemplo, al bronce, forma a la configuración, y compuesto de ambos a la estatua), de modo que si la forma específica es anterior a la materia y es en mayor grado que ella, por la misma razón, será también anterior al compuesto. (...) En efecto, el ser *capaz de existencia separada* y el ser *algo determinado* parecen pertenecer en grado sumo a la entidad: por lo cual la forma específica y el compuesto de ambas [materia y forma] habría que considerarlos entidad en mayor grado que la materia (VII, 3 1029a 1-6; 27-29; cfr. V, 1017b 10-26).

Aristóteles afirma que la «entidad» es el sujeto primero y que el sujeto puede ser la materia, la forma o el compuesto de ambas. Luego detalla que la «entidad» es algo determinado y que la materia es algo por sí mismo indeterminado. En cuanto algo indeterminado la materia es común a todas las cosas del mundo sensible, es decir, la materia es común a todo el universo, poca especificidad y definición característica puede aportar, por ello, la forma que la (de)limita y le da un carácter propio posee mayor rango ontológico y explica mejor la naturaleza de las cosas—¿qué son? ¿qué las hace ser lo que son y tal cual son?—así, la forma explica mejor que el compuesto y el compuesto explica mejor que la materia aunque los tres son naturaleza.

Respecto a lo anterior es oportuno indicar dos reservas. Primero, aunque la forma posee un mayor rango ontológico que la materia y explica mejor la causa del ser de la cosa o de lo que esa cosa es (Oñate, 2001), la forma no es causa de la materia. En la *Metafísica* (VII, 8 1033a 28-31; 1033b 15-19) queda señalado el carácter no generado tanto de la materia como de la forma y, en congruencia, en la *Física* (VIII, 1 250b 1-15; 252b 6-7) se habla del movimiento como algo ingenerado e indestructible pues ¿cómo habría de serlo si el principio del movimiento no lo es también? Brotando de la forma y recorriendo la materia, parece que el movimiento es algo inmortal e incesante que pertenece a las cosas como si fuese una vida difundida en todo lo constituido por naturaleza (Echandía, 2011). Por lo tanto, la forma no es causa de la materia sino de la estructura, configuración, orden u organización de la materia: al fundar un límite en la materia, es decir, al dotar a la naturaleza material de una naturaleza propia, (de)limita su movimiento específico. De allí que de una semilla no brote cualquier cosa sino algo determinado y particular, de allí también que una roca no se eleve naturalmente (por el contrario, tiende hacia el centro) tanto como un anfibio—ovíparo cuadrúpedo—no vuela (se desplaza nadando, caminando), pues, la forma funda el límite de la(s) capacidad(es) definatoria(s) que va(n) a caracterizar el movimiento de la cosa y con ello determina la estructura o configuración, el orden y la organización que la materia necesita adoptar para alcanzar el fin que es su movimiento característico. Segundo, la forma no siempre domina, está el caso de los monstruos, de los híbridos y de las causas accidentales (azar: suerte, casualidad). En la materia reside la potencialidad para ser y para no ser, es decir, en la materia hay resistencia y no debiera reducirse a la forma (Henry, 2008; Katayama, 2008). Con todo, en la filosofía aristotélica la forma como esencia o el alma es la «entidad» primera y ésta es la que primordialmente explica lo viviente.

Por otro lado, en relación directa ya no con la materia sino con la técnica, la naturaleza sería aquello que la técnica espera y completa, aquello que otras veces imita o mimetiza. Esta reflexión aristotélica sobre la relación entre arte y naturaleza ha sido capital para el pensamiento occidental que de Kant a Darwin, por ejemplo, no ha dejado de entender lo natural en analogía con lo artefactual; dicha reflexión no fue pensada conspicuamente al reverso sino hasta la aparición de los bio(arte)factos de la era biotecnológica. El pensador estagirita escribe en la *Física*:

Y si las cosas por naturaleza fuesen generadas no sólo por la naturaleza sino también por el arte, serían generadas tales como lo están ahora por la naturaleza. Así, cada una espera la otra. En general, en algunos casos el arte [*téchne*] completa lo que la naturaleza [*physis*] no puede llevar a término, en otros imita a la naturaleza (II, 8 199a 13-16).

Aristóteles piensa la *téchne* como algo que imita o comple(men)ta la *physis*; a partir de allí, Kant enfatizará que (si bien puede haber una pretensión mimetizante) el arte queda infinitamente lejos de la naturaleza, pues éste no es capaz de (re)construir cosas vivas orgánicas naturales a partir de los ingredientes naturales exteriores de los que la cosa viva orgánica se nutre (*Crítica del Juicio*, §64, 371.20-27); siguiendo a Aristóteles, Heidegger insistirá también en las limitaciones de la técnica humana (ésta no sustituye la naturaleza, antes bien, dice, permanece inútil sin ella), el filósofo alemán reconoce la capacidad de influencia de la técnica y la capacidad de resistir de la naturaleza: comprende la *téchne* como algo que orienta, apoya y dirige la *physis* (*Hitos*, texto 8°, pp.213-214; 239)<sup>8</sup>.

#### *Alma del cuerpo y primer moviente inmóvil*

El alma y el primer moviente son los principios de organización a través de los cuales Aristóteles comprende y explica lo vivo. Veamos los detalles sobre el alma y después los detalles sobre el primer moviente para proyectar en suma una imagen íntegra del tema de la vida en la filosofía aristotélica, de antemano sabemos que este tema se enmarca en términos de lo vital, de lo vivo o viviente, de los medios y de la vida misma.

Hemos dicho ya que el alma como causa triple es el distintivo de las cosas animadas y que la forma, es decir, la entidad o naturaleza de cada cosa, se identifica con ella. Aristóteles precisa la relación entre ser y vida en *De Anima*, aquí se evidencia la identidad entre forma y alma: “la entidad es la causa del ser para todas las cosas; ahora bien, el ser es para los vivientes el vivir y el alma es su causa y principio” (II, 4 415b 10-17). Dicho de otro modo, el alma es la forma en las cosas vivas, por lo que aquello que se ha dicho sobre la preeminencia ontológica de la forma respecto a la materia aplica aquí en términos del

---

<sup>8</sup> Con las y los pensadores de la (bio)artificialidad, como se muestra en la introducción del capítulo cuarto, la reflexión aristotélica sobre la relación entre arte y naturaleza va a ganar fuerza y será pensada en ambas direcciones: la técnica como algo que imita, (re)presenta, (re)produce, se adapta, domina, toma como ejemplar o completa la naturaleza y la naturaleza como algo que completa (lleva a término) el trabajo de la técnica y del técnico (Negrotti, 2002); incluso, la técnica como eso que estimula y provoca (cambios cuantitativos y cualitativos en los patrones de) la naturaleza viva, a tal punto que, aunque no la sustituye ni suplanta, sí problematiza su autodeterminación (Karafyllis, 2014).

alma respecto al cuerpo. No obstante, a lo largo de este apartado quedará claro que lo viviente no es el alma desprovista de cuerpo ni mucho menos el cuerpo sin alma.

En pasajes paralelos de *Partes de los animales* y *De Anima* queda registrado que la existencia del ser vivo pende del alma (causa/causado), hay cuerpos naturales compuestos que tienen vida y hay cuerpos que no la tienen: si se quita el alma del cuerpo ya no hay vida o actividad que recorra el cuerpo y sin vida no hay ser vivo. Allí mismo se expresa que: o hay varias almas o el alma tiene varias partes, una o algunas de las cuales es la esencia. Está la capacidad de nutrición y crecimiento, esa que está asociada al mantenimiento del ser viviente a partir del alimento, asociada también a su envejecimiento, desarrollo y generación reproductiva, este alma o parte del alma es, según Aristóteles, la capacidad definitoria que dota de un distintivo propio a la planta, aunque también la encontramos en otras entidades como el animal no humano y el humano en orden de que puedan darse los demás poderes. En este sentido, como construida encima de la anterior, está la capacidad sensitiva, en virtud de ella los animales se definen por su trabajo de sensación tan propio. Está también el alma del movimiento local, en virtud del cual los animales se definen en términos de su desplazamiento controlado característico. Y está además la capacidad de entendimiento que distingue a los humanos, ese alma—o parte de esta—permite el ejercicio discursivo del intelecto de un modo sobresaliente y entretelado a las capacidades que le dan soporte. El hombre, por ejemplo, se nutre y se desarrolla, es capaz de sentir, iniciar, parar y ordenar su desplazamiento pero su esencia es pensar mientras que la del animal no humano es sentir y desplazarse.

La vida se corresponde con el movimiento característico de las cosas vivas cuando éstas efectivamente lo realizan, el alma es la capacidad de tal movimiento no su ejecución. El principio vital o alma es la fuente de la que brota el movimiento, es anterior a éste y a la estructura de lo viviente, es su causa, en efecto, el alma determina la estructura o configuración, el orden y la organización que el cuerpo necesita adoptar para alcanzar el fin que es su movimiento característico (causa/causado). Si el movimiento característico de un ave madura es volar, toda su estructura material estará configurada en atención a ese propósito, el desarrollo del embrión de un ave adoptará formas predeterminadas que permitan conseguir tal objetivo, amén de la posibilidad de la materia a indeterminarse y en medio del entramado de las causas accidentales. Así, aunque el alma se define por las actividades específicas que permite ejecutar en cuanto aptitudes o facultades (capacidad de nutrición, crecimiento, desarrollo, generación, sensación, desplazamiento, razonamiento) en general puede decirse de ella que corresponde a la actividad característica potencial de un cuerpo natural que está organizado estructuralmente en función de tal actividad a realizar. Aristóteles deja anotado en *De Anima*: “si cabe enunciar algo en general acerca de toda clase de alma, habría que decir es la entelequia primera de un cuerpo natural organizado” (II, 1 412b 4-6).

De lo que se trata en la filosofía aristotélica es de comprender la regulación del cambio y de la estructura a partir del fin que es la forma (alma), desde aquí es que se explica lo vivo en este momento de nuestra historia. El fin predeterminado, que no



puede ser otra cosa que el bien y la realización más propia de cada cosa viva, determina la estructura y el comportamiento de la materia, determina cada fase, etapa y parte del y para el desarrollo, en este sentido el fin es ese límite propio dentro del cual cada ente deviene y se transforma de modo ordenado. Por mor del alma (fin, forma, bien) hay en la cosa natural viva una tendencia a desarrollarse según cierta direccionalidad para alcanzar un estado determinado. Los términos clave son: tendencia interior, direccionalidad y normatividad. Esta regla que es el alma no está puesta desde fuera como en el caso de las cosas técnicas. La fuerza reguladora que es el alma (forma, fin, agente) no actúa desde fuera, se trata de una tendencia interior que organiza el desarrollo de la cosa natural. Aristóteles procura dar cuenta del mundo del devenir—el mundo del cambio y del movimiento—no por lo trascendente sino desde lo inmanente trascendental: el alma. Sin embargo, lo trascendente a la cosa viva también juega un rol importante y aunque su papel no es primordial tampoco es accidental. Están los medios inmanentes y trascendentes que se necesitan para llevar a cabo el movimiento característico o la realización más propia de la cosa animada, por ejemplo, el ala para desplazarse volando, o el alimento para autoalimentarse, está el sol que determina el tiempo de vida y está el primer moviente inmóvil que permite el movimiento en general.

Lo que está en potencia de vivir, indica Aristóteles entre las líneas del tratado *De Anima*, no es el cuerpo que ha echado fuera el alma, sino aquel que la posee (II, 1 412b 26), se trata bien de una doble potencia o de una potencia en lo doble: el cuerpo y el alma. El alma, hemos insistido, es la fuente que permite la realización más propia de la cosa viva, el alma es lo que la cosa viva puede hacer—lo que hace a la cosa ser lo que es tal cual es—y el cuerpo es lo que se necesita para lograr esa actividad característica. ¿Qué actualiza los cuerpos simples, los cuerpos de lo compuesto y las almas si todos ellos son potencias? Si el alma no se actualiza a sí misma, la respuesta es el primer moviente. Aristóteles atribuye al primer moviente un carácter divino, perfecto, necesario, eterno, actual, activo e inmóvil, así lo describe en el libro duodécimo (Λ) de la *Metafísica*. El primer moviente está separado de las cosas sensibles, es lo mejor por sí, lleva la más perfecta de las vidas y constituye el principio del cual penden el universo entero y la naturaleza en conjunto:

Que en las cosas inmóviles existe *aquello para lo cual* [fin], lo muestra la siguiente distinción: *aquello para lo cual* es «para bien de algo», y «con vistas a algo», y aquello lo hay, pero esto no. Mueve, pues, en tanto que amado, mientras que las otras cosas mueven al ser movidas. (...) De un principio tal penden el Universo y la Naturaleza. (...) Y en él hay vida, pues la actividad del entendimiento es vida y él se identifica con tal actividad. Y su actividad es, en sí misma, vida perfecta y eterna (XII, 7 1072b 1-3; 14; 25-27).

El primer moviente no se mueve porque constituye el principio no generado del universo y porque su fin o su bien está siempre actualizado permanentemente, no hace falta que se dirija hacia su fin porque este ya está realizado y así se mantiene, al ser actualidad plena y al estar separado de lo sensible no hay lugar en él para la potencia y por lo tanto tampoco para el movimiento. Algunos autores hablan del primer moviente como el Bien o el Fin, atribuyendo a éste la tendencia de cada cosa

hacia su bien, hacia su perfección y hacia su perpetuación en la medida en que le(s) es posible (Düring, 1987; Echandía, 2011). Éstos son los detalles sobre el primer moviente como una fuerza que atrae y jala en función del bien y de lo mejor. Recapitulando, el primer moviente es causa externa y preponderante del universo como un todo, pero no es causa material ni eficiente sino final, como objeto de deseo, permitiendo el movimiento o la vida en general. Para cada cosa en particular y cada movimiento característico, el primer moviente es causa externa y no-preponderante, no es causa propia pues es común (Oñate, 2001), es común a todas las cosas que habitan el cosmos, el primer moviente es siempre causa externa en términos finales: una fuerza que suscita la tendencia de todas las cosas, cada una según su propia esencia, hacia su propio bien.

En suma, la imagen que proyecta la filosofía aristotélica comprende y explica lo viviente en términos de lo vital (el alma interna y el primer moviente externo), lo vivo (*e.g.* la planta, el animal), los medios (*e.g.* la parte u órgano, el alimento, el sol) y la vida misma (*e.g.* nutrición, crecimiento, desarrollo). La vida es permanencia, cambio y movimiento, responde a una actividad característica ejecutada por la entidad (forma, materia, compuesto). Los medios son lo necesario para tal actividad. Lo vivo es el compuesto, potencia pasiva y potencia activa en el mundo de lo corruptible, simple acto puro en el mundo inmóvil. Finalmente, lo vital corresponde a la realización más propia de la cosa viva, es el poder de su actividad característica y el límite que ordena el devenir y dirige su movimiento. El primer moviente suscita la vida misma que brota del alma y a través de sus medios hace a la cosa vivir. El alma o principio vital funda el límite de la(s) capacidad(es) definitoria(s) que va(n) a caracterizar el movimiento de la cosa viva (causa/causado) y con ello determina la estructura o configuración, el orden y la organización que la materia adopta procesualmente para alcanzar el fin que es su movimiento característico. Así se explica lo vivo en el Liceo, en la antigua Grecia del siglo IV a.e.c.

### *Reflexiones causales*

La diferencia que Aristóteles introduce en la explicación de las cosas naturales respecto a sus predecesores es quizá la intimidad y multiplicidad que atribuye a la causa del ser de las cosas, hay una naturaleza propia para cada cosa que explica su devenir desde una regulación interna. El principio de organización, comprensión y explicación de lo vivo en el pensamiento aristotélico es una causa interna a la cosa viva pero en tanto que otra (causa/causado). No es ni mecanismo ciego ni mecanismo. Aunque el medio para lograr lo vivo sea un mecanismo la causa primera no lo es y aquel se subordina a ésta que es el fin (medio≈causa). Lo vivo es causa de sí mismo considerado como compuesto pero el sí mismo (cosa viva) en tanto que otro (alma) es la causa primordial de ese sí mismo: hay un principio interno o una fuerza que brota y empuja determinando el movimiento característico de la cosa viva tanto como su organización material y esta fuerza interna es influenciada por otra fuerza, externa, que atrae y jala permitiendo la vida en general—permanencia, cambio, movimiento—y, además, su tendencia hacia lo mejor. Si se elimina en el pensamiento de lo vivo la fuerza externa que atrae y jala al modo del primer moviente ¿la fuerza que brota y empuja desde sí está obligada a compartir rasgos con aquella? Si se elimina la idea de lo simple (divino) y

de lo compuesto (divinizado) en tanto la causa permanece en el sí mismo (cosa viva) ¿la única vía del pensamiento es que ésta se convierta en mecanismo donde la diferencia entre la causa de lo causado se convierte en diferencia entre mecanismos (causa/efecto)? Digamos que la direccionalidad interna se conserva: la cosa natural viva (auto)regula sus cambios y sus estructuras a partir de algo interno que les causa, cada transformación, fase, etapa, parte del y para el desarrollo está ordenada según cierta direccionalidad para alcanzar un estado y un trabajo determinado, la cosa viva *se mueve*, es *autodirigida*, *autoregulada*, *autodireccionada*, *autogenerada*, *autopreservada* y *autoorganizada*. ¿Pero qué problemas se generan con la eliminación de la idea de lo vivo como cuerpo animado, es decir, qué problemas se arrastran con la eliminación de la idea de lo simple (divino e inmaterial) y de lo compuesto (materia divinizada)?

No hay organismo todavía, hay cuerpo organizado vivo que tiene dentro de sí el control sobre el inicio, el cese y la direccionalidad de su movimiento o cambio, por ejemplo, de su desarrollo, y cuyas causas formal, eficiente y final convergen o se identifican. De una semilla no se desarrolla cualquier cosa sino algo (de)limitado y particular. Hay entonces no un organismo sino un cuerpo natural estructurado u organizado en función de su realización más propia o actividad característica cuyo distintivo es la convergencia de sus tres causas—forma-agente-fin—y el control que exhibe respecto al inicio, cese y orden del cambio. *Antes* del surgimiento de la idea de organismo lo vivo se explica en términos de permanencia, cambio y movimiento (persistencia, duración, reposo, perpetuación, mantenimiento, generación reproductiva, crecimiento, desarrollo), se explica desde el sí mismo (cosa viva) y también desde lo otro (alma, órgano, alimento, sol, primer moviente) y, primordialmente, se explica desde lo inmaterial o prematerial que antecede al mecanismo y causa lo vivo: la forma que es el fin. ¿Qué cambia con la idea de organismo en la concepción de lo vivo?

## CAPÍTULO 2

### KANT: LA FINALIDAD Y EL SUJETO COGNOSCENTE

Los conceptos o principios de organización a través de los cuales Kant comprende y explica lo vivo son la finalidad y el sujeto cognoscente. Para entender lo que es la finalidad y lo que es el sujeto cognoscente hay que entender primero el problema filosófico y los intereses que motivan a Kant así como las distinciones que establece entre el principio vital o poder formativo, las estructuras *a priori*, la estructura subjetiva trascendental, lo vivo u orgánico<sup>9</sup> y la vida.

El problema con el que se encuentra Kant es dar cuenta del orden en la naturaleza (Zuckert, 2007)—¿cómo es que se nos presenta algo de orden en la naturaleza si ésta es empíricamente diversa, contingente y múltiple?—de tal modo que este dar cuenta implique un conocimiento válido y una evaluación constante de los límites del intelecto humano. En este sentido, a Kant le interesa (re)plantear una metafísica y una ciencia legítimas. El supuesto que pone de manifiesto el carácter racionalista de su filosofía pero que al mismo tiempo le va a permitir concordar y discutir con empiristas como Hume es que hay un principio teleológico (finalista) que ordena la naturaleza y orienta nuestra investigación sobre ella. Kant coincide con Hume en que la sensibilidad es un aspecto fundamental del conocimiento humano, sin embargo, considera que hay cosas en el conocimiento que no se presentan o perciben a través de los sentidos, en la experiencia, sino a partir de una estructura que precede a la experiencia y se encuentra dentro del ser humano. Para Kant el conocimiento humano comienza con la sensibilidad, continúa con el entendimiento y alcanza su punto más álgido con la razón (Madinabeitia, 2016). El pensador de Königsberg atribuye en parte a Hume la motivación de su proyecto crítico (estudio sobre los límites del intelecto humano y sus facultades cognoscitivas) y en términos generales se alía con él en su discusión contra los denominados racionalistas dogmáticos.

Buena parte de la filosofía kantiana puede exponerse a partir de la discusión con sus predecesores racionalistas. Aquello en lo que Kant discrepa respecto a los “dogmáticos” son precisamente los límites del intelecto humano (Zuckert, 2007). El argumento está construido desde un contraste entre el modo de conocer divino y el modo de conocer humano. Es decir, Kant considera que el modo de conocer de Dios, al ser una entidad inmaterial, no depende de lo sensible, mientras que el modo de conocer del humano, al ser *prima facie* una entidad material y sensible, depende de la receptividad sensorial así como del entendimiento discursivo. Por lo tanto, hay de parte de los racionalistas dogmáticos un supuesto ilegítimo no sólo respecto a nuestra capacidad para saber las intenciones, fines o propósitos de Dios sino también respecto a nuestra capacidad para captar

---

<sup>9</sup> Con vistas a entretrejer el discurso de la organización, comprensión y/o explicación de lo vivo en nuestros cuatro ejemplos históricos, teoría hilemórfica, teoría finalista, teoría evolutiva y teoría (bio)artificial, reunimos lo viviente y lo orgánico (comprendidos kantianamente) en una sola y misma categoría de lo vivo.

entidades inmateriales que no tienen una base sensible ni operan conforme y a través de leyes naturales mecánicas, por ejemplo, fisicoquímicas.

Las facultades cognoscitivas que la filosofía trascendental de Kant va a otorgar al intelecto humano y que sólo parcialmente va a conceder al animal son: el deseo, la sensibilidad, el entendimiento, el juicio y la razón. Estas facultades, actividades o capacidades humanas emplean estructuras que no se dan en la experiencia sino que están presentes en el sujeto que conoce, sea la estructura del espacio y del tiempo, la estructura de las categorías, la estructura de la finalidad, la estructura de la síntesis, la estructura del imperativo u otras representaciones, con vistas a ordenar la naturaleza o bien la acción en ella. La intención es dar cuenta del orden en la naturaleza que, en su carácter empírico, parecería más bien caótica—una impresión de estímulos inconexos—en lo que a su diversidad, contingencia y multiplicidad se refiere. En lo que toca a esa región especial de la naturaleza que es lo vivo u orgánico, la facultad del juicio resulta conspicuamente importante para el filósofo prusiano.

La noción de juicio que Kant propone se desdobra en tres actividades posibles (Zuckert, 2007), la facultad de: (i) discernir lo adecuado de un concepto para un particular empírico o viceversa, (ii) aplicar un concepto o regla a objetos particulares sensiblemente dados y (iii) conformar un concepto o representación para objetos particulares sensiblemente dados a través del discernimiento de los matices que implican tales objetos en su carácter diverso, contingente y múltiple, es decir, a través de (i). La facultad de (ii) es lo que Kant llama juicio determinante y la facultad de (iii) es lo que llama juicio reflexionante, aquel opera a través de la estructura de las categorías y de la síntesis—el entendimiento recoge la serie de estímulos o intuiciones que perciben los sentidos en la naturaleza y engloba esa multiplicidad en una unidad, conformando así el objeto de conocimiento, al aplicarles un concepto oportuno—y éste, el juicio reflexionante, opera a través de la estructura de la finalidad—el entendimiento discierne la multiplicidad, contingencia y diversidad de la que la sensibilidad se percató respecto a lo natural y engloba esa multiplicidad en cuanto tal, con todo y sus matices, en una posible unidad que pende de un fin, conformando así un objeto ordenado que conoce: lo vivo orgánico.

Lo vivo orgánico es ideado en la *Crítica del Juicio* como “causa y efecto de sí mismo” (§64, 370.37; §65, 372.15). Esta idea de organismo implica de suyo las nociones de ‘todo’ y ‘parte’, en contraposición a las nociones de ‘conglomerado’ y ‘partícula’, así como la operación de causas finales, es decir, la operación de la finalidad como causa: el fin del todo orgánico como causa y efecto del todo orgánico. Estas consideraciones surgen tras el intento y fracaso de dar cuenta de la entidad viva por medio exclusivo de mecanismos ciegos y leyes naturales, la dificultad se reconoce no sólo en la tercera crítica (§61, §64) sino ya desde la *Historia general de la Naturaleza y Teoría del Cielo*, pero al mismo tiempo, estas consideraciones, llevan a Kant a tratar la «aporía de la causalidad final» y a privilegiar las causas eficientes o mecanismos (causa/efecto) en la explicación de lo vivo.

Cuando Kant estudia entidades puramente materiales como los cuerpos celestes o los cristales no encuentra mayor dificultad en dar cuenta de ellos de modo íntegro por medio exclusivo de mecanismos ciegos y leyes naturales, la mayor dificultad a la hora de dar cuenta del orden en la naturaleza es dar cuenta del orden en esa región especial de la naturaleza que es lo vivo u orgánico, por ejemplo, un filamento de hierba o una oruga. Con este problema filosófico a cuestas el pensamiento kantiano se ve obligado a apelar a otro tipo de leyes o de legalidad que causa lo vivo, su organización y su actividad. La finalidad responde a ese otro tipo de legalidad, distinta de las leyes mecánicas aunque en clara afinidad con ellas, necesaria para dar cuenta de lo vivo de modo más íntegro: juntos, el fin, propósito o función de lo vivo y sus mecanismos dan cuenta de lo vivo. El mecanismo ciego no basta, en el párrafo §61 de la *Crítica del Juicio* Kant muestra que el mero mecanismo natural se ve abrumado por la contingencia. La finalidad aporta la direccionalidad que se manifiesta en el desarrollo y en la preservación de lo vivo. En el caso de los cuerpos celestes y de los cristales, por ejemplo, cada partícula material que posee inercia podría suspender su movimiento y anclar en cualquier lugar de un conglomerado específico sin correr riesgo alguno; en el caso de la hierba y de la oruga, en cambio, el hecho de que cualquier parte acabe en cualquier lugar del todo orgánico resultaría fatal. Se dificulta ver cómo es que la operación ciega de leyes naturales puras resulta en un objeto ordenado como lo vivo orgánico.

En breve, Kant recurre a la causalidad final o a la finalidad como causa en orden de dar cuenta de lo natural orgánico en contraposición a lo natural inorgánico. Para el pensamiento kantiano la finalidad es una estructura que en principio es empleada por la facultad de juicio (en modalidad reflexionante) y que se expresa en leyes teleológicas. Dicho de otro modo, la finalidad se expresa en una legalidad finalista que se piensa como causalidad final (Goy y Watkins, 2014): el fin natural como representación o idea del 'todo' o la 'parte' causa las 'partes' y sus propiedades que causan el 'todo' orgánico vivo. Por ejemplo, el 'todo' orgánico vivo que es el cúmulo de percepciones que llamamos árbol individual, unificado a través del fin 'para regenerarse', es causa de cada hoja desarrollada o regenerada ('parte') que a su vez es efecto de las propiedades de las raíces ('parte') y del tallo ('parte') y que juntos ('partes'), siendo causados por el fin del 'todo', constituyen y causan el recién desarrollado o regenerado árbol individual como un 'todo' orgánico vivo. En este modelo causal, la relación 'parte'-'parte' se explica en términos de causas eficientes a través de mecanismos (causa/efecto), una parte externa y previa a otra que es su efecto se entiende como su causa eficiente ('parte' → 'parte' → 'todo'), mientras que la relación 'todo'-'parte' se comprende en términos de causalidad final pues el fin, propósito o función de cada parte y del organismo vivo resultante (causa/causado) no se entiende sino a partir de una representación del fin previa a su ejecución actual en la parte y el todo como lo causado respecto a la causa final (idea o fin del 'todo' → 'partes' → 'todo').

El privilegio explicativo que Kant otorga a la causalidad eficiente, es decir, a los mecanismos (causa/efecto) y a las relaciones 'parte'-'parte' en la explicación de lo vivo puede entenderse desde dos frentes: la «aporía de la causalidad final» y el marco conceptual de lo vivo pensado desde un planteamiento que se enfoca en las facultades humanas. Primero, siguiendo a Spinoza,

Kant tiene que atender la «aporía de la causalidad final», esta expresión se refiere a la contradicción que supone una causalidad que es al mismo tiempo ascendente y descendente: algo que sucede después, el ‘todo’, causa algo que sucede antes, las ‘partes’ (Illetterati, 2014). Esto es, decir que un ‘todo’ producido posteriormente es causa de sus ‘partes’ y que al mismo tiempo las ‘partes’ producidas con anterioridad son causa del ‘todo’ implica una contradicción. Segundo, si en este modelo causal el primer ‘todo’ referido no es el ‘todo’ resultante y posterior sino una previa representación, idea o fin de la realización del ‘todo’ resultante (causa/causado) entonces tal causa debiera atribuirse a una inteligencia capaz de representarse, el sujeto cognoscente, y no al todo orgánico vivo en términos materiales o en términos animistas—el alma como causa—ni a una inteligencia superior. La dificultad que un principio interno a lo orgánico vivo pensado como fin significa para el planteamiento kantiano es que el fin está construido como producto de un concepto y el concepto como representación sólo puede atribuirse a una inteligencia, así lo indica Kant en la *Crítica del Juicio* (§11, §61). Suponer que la materia en cuanto tal es causa de la organización y actividad de lo vivo orgánico implica contradecir la inercia como una de sus propiedades, es decir, implica trascender el concepto de materia no inteligente ni intencional, mientras que suponer una entidad como el alma implica emplear un principio ajeno e implica asimismo su(per)poner y aplicar la estructura de lo técnico a la estructura de lo orgánico: el alma como arquitecto inteligente y externo que dota de un fin, propósito o función a lo vivo orgánico (§65). Así también se llega a un “punto muerto” si se supone una superinteligencia como causa externa del organismo vivo, en este caso no solamente se su(per)pone y aplica la estructura de lo técnico a la estructura de lo orgánico sino que se rebasan los límites del conocimiento humano y se abandona el dominio de la ciencia natural y de la metafísica legítimas (Illetterati, 2014).

De cualquier modo, el privilegio del mecanismo (causa/efecto) en la explicación de lo vivo (re)abre el problema de la distinción «causa/causado», un problema hecho presente en los tiempos de Platón y Aristóteles que alcanza a Kant. La encrucijada revela que el modo más seguro de explicar lo vivo orgánico no sólo considera a la entidad viva como agregado y con ello la desprovee de sus características más propias perceptibles desde la observación empírica—esto es la generación (auto)determinada: crecimiento, regeneración y reproducción—sino que resulta insatisfactoria para la distinción «causa/causado» a nivel del organismo. Es decir, la exposición de los mecanismos a través de los cuales un árbol individual, por ejemplo, asimila componentes ambientales externos (*e.g.* agua, dióxido de carbono) y los transforma en componentes propios (*e.g.* aceites, resinas y azúcares) que resultan en sus partes crecidas (*e.g.* hojas, tallo) no deja de ser una (re)descripción del *explanandum* o de lo causado mismo: lo vivo orgánico que crece, es decir, el árbol individual. El logro radica en detallar el cómo, no el por qué, ese árbol ejecuta su actividad característica: cómo el árbol es lo que es. La exposición de mecanismos permite bosquejar una imagen más fina de aquello que se busca explicar, permite una micro mirada que da los detalles del organismo considerado a nivel macro (Fisher, 2014). No obstante, la causa o *explanans* está ausente, no es indicada ni se da cuenta de ella y el fenómeno tanto como la entidad viva (*e.g.* el crecimiento o lo orgánico que crece) permanece

incomprendido. ¿Por qué el árbol crece? ¿Por qué el árbol es algo vivo orgánico? ¿Cuál es la causa del árbol en tanto organismo vivo? Para ir más allá de los micro detalles que acontecen en lo vivo orgánico causado, Kant comprende lo vivo desde la finalidad como causa y desde el mecanismo subordinado a ella pero explica lo vivo privilegiando aún el mecanismo.

¿Cuál es el sentido de privilegiar el mecanismo en la explicación de lo vivo si a fin de cuentas la comprensión de lo vivo es teleomecánica? Lo que Kant procura en su ejercicio de pensamiento es mantenerse dentro de los límites del conocimiento humano y dentro del dominio de la ciencia natural así como de la metafísica legítima. La única entidad inmaterial que es constitutiva de aquello a lo que pertenece y que es estrictamente válida en la filosofía kantiana es la estructura subjetiva trascendental: las facultades cognoscitivas en compañía de sus estructuras *a priori*; en contraste, el alma que es (tablece) un fin, en cuanto constitutiva de lo vivo orgánico, rebasa los confines de la ciencia natural y de la metafísica legítima; y, como veremos, el poder formativo o principio vital como constitutivo de lo vivo orgánico es inescrutable.

He señalado en cuatro cuartillas el problema que interesa a Kant y el modo en que comienza a considerarlo. La distinción que establece entre el principio vital o poder formativo, las estructuras *a priori*, la estructura subjetiva trascendental, lo vivo u orgánico y la vida se inserta en el problema de dar cuenta del orden en la naturaleza. En suma, la finalidad como estructura *a priori* representa un intento por resolver dicho problema en el caso de lo vivo orgánico.

Para decirlo pronto, en la filosofía kantiana la vida es capacidad de autodeterminación, el término se emplea en las páginas de sus textos metafísicos, en la segunda y tercera crítica así como en su obra póstuma. Según las líneas de los *Principios metafísicos de la ciencia natural* la vida es la capacidad de autodeterminación de una substancia—lo vivo—para la actividad y el cambio (acción, producción, generación) desde un principio interno—poder básico: poder de entendimiento y voluntad intencional, poder formativo no intencional. Por ejemplo, la acción apetitiva/voluntariosa o la (auto)generación involuntaria en correspondencia con un poder básico: el desplazamiento de un animal, el acto moral de un humano, la reproducción, el crecimiento, la regeneración de una planta en correspondencia sea con la facultad de deseo, con la facultad de entendimiento y voluntad, o bien, con el principio vital o poder formativo. En breve, *poder desplazarse, actuar moralmente, reproducirse, crecer, regenerarse* es vida en tanto cada cual es expresión de la capacidad de autodeterminación.

En el caso de la planta, es decir de lo orgánico, aquello que permite que se nos presente como algo autodeterminado es una estructura *a priori*—esto es, una estructura que precede a la experiencia—que busca en la experiencia un concepto para unificar la multiplicidad que se ofrece en lo empírico. Esta estructura *a priori* es la finalidad como causa de lo viviente causado. Por ejemplo, la operación de buscar un fin que unifique la multiplicidad de intuiciones que se perciben en eso que llamamos planta y que tras la experiencia proponemos como “para crecer” o “para mantenerse viva” (Goy y Watkins, 2014). La finalidad, a su vez, es causada por un sujeto cognoscente o estructura subjetiva trascendental—esto es, que precede a la experiencia y tiene



un carácter supra sensorial—tanto como es causada por un principio vital o poder formativo, antes bien, inescrutable. En suma, la finalidad parece ser la intersección de un principio interno y un principio trascendente a la cosa viva orgánica, y si esto es así, lo viviente causado es resultado de dos causas: el poder formativo interno y el sujeto externo que se da a la tarea de conocer lo vivo a partir de sus facultades cognoscitivas (sensibilidad, entendimiento, juicio, razón) y estructuras *a priori* (espacio, tiempo, categorías, finalidad, síntesis de lo heterogéneo, imperativo categórico u otras representaciones).

En rigor, la búsqueda y aplicación de un fin para dar cuenta de lo vivo como una multiplicidad empírica unificada, por ejemplo el “para crecer” en orden de unificar eso que llamamos la planta, es para Kant una proyección del modo de comprender lo vivo específicamente humano sobre el modo de comprender lo orgánico. El sujeto cognoscente su(per)pone en lo orgánico una estructura análoga a la estructura que encuentra en sí mismo como humano actuante. Si la facultad de entendimiento y voluntad como poder básico intrínseco a lo humano establece un fin o propósito que determina la acción ordenada (*e.g.* acto moral), entonces, el sujeto cognoscente su(per)pone la siguiente estructura en lo orgánico: el poder formativo como poder básico intrínseco a lo orgánico posibilita un fin u objetivo que determina la organización y actividad orgánica (*e.g.* generación). Esta proyección del sujeto cognoscente, sin embargo, no quiere decir que en aquello que se nos presenta como vivo u orgánico no haya algo natural dado (Goy, 2014; cfr. Šustar, 2014). Como hemos indicado, la finalidad parece ser la intersección de un principio interno y un principio trascendente a la cosa viva orgánica: el poder formativo natural e interno y el sujeto cognoscente externo e intencional que percibe a través de los sentidos y construye a partir de las estructuras *a priori*—extrayendo y formulando orden y unidad a través de ambas facultades, la sensibilidad que parte de la experiencia y el entendimiento que parte de lo *a priori* y se dirige a la experiencia.

De este modo, entonces, el principio vital o poder formativo, la finalidad como estructura *a priori*, el sujeto como estructura trascendental, lo vivo u orgánico y la vida son distintos o distinguibles. Lo vivo es aquello causado que posee la capacidad de autodeterminación (*autopreservación, autopersistencia, automantenimiento, autogeneración, autoorganización*) y que en el caso de lo orgánico se concibe como causa y efecto de sí mismo. El principio vital o poder formativo es un poder básico<sup>10</sup> que causa la vida y lo vivo. El sujeto cognoscente es una estructura subjetiva trascendental que se vale de varias representaciones o estructuras *a priori*, que las facultades cognoscitivas ejercen, con vistas a unificar lo diverso que se da en lo empírico y orientar el actuar o el producir, por ejemplo, la investigación de lo natural. La finalidad es una estructura *a priori* del sujeto cognoscente, determinada también por el poder formativo, que a su vez causa la organización, el orden y la unidad de lo vivo

---

<sup>10</sup> De acuerdo con Ina Goy (2014), un poder básico como el poder formativo es un principio fundamental que no conduce a otro principio: “[t]he formative power would be a final and fundamental purpose (or end) setting force of nature, which cannot lead back to another principle. Equivalent to the human understanding and will as inner capacities (causes), it brings about an end as its effect and generates order among the means to achieve this end. (...) The immaterial, natural formative power is a basic, ordering and *form* giving principle which is directed towards an end or purpose, and spreads out its organizing and ordering capacity in matter. But it does not necessarily bring matter into existence” (p.56). Es decir, un poder básico como el poder formativo es un principio incondicionado que causa un fin o finalidad que a su vez causa una entidad ordenada.

y su actividad. La vida es esa capacidad de autodeterminación que el poder formativo y el sujeto cognoscente posibilitan a través de la finalidad: el *poder crecer* de un árbol, de *reproducirse y regenerar* sus hojas, el *poder volar* de un ave y el *devolver lo ajeno* de un humano.

*Entidad viva: capacidad de autodeterminación*

¿Qué es lo vivo en la filosofía kantiana? Hemos dicho que lo vivo es aquello que posee la capacidad de determinarse a sí mismo por causa de un poder básico (entendimiento y voluntad o poder formativo) y que, en el caso de lo vivo orgánico, es causado por una estructura *a priori* (finalidad) que es en parte determinada por el sujeto que conoce lo vivo y en parte determinada por el principio vital o poder formativo de lo vivo. Hemos dicho también que el humano, el animal y la planta son ejemplos de lo vivo. Ahora conviene hablar de los tipos de cosas y dominios presentes en la propuesta kantiana así como de la distinción entre las cosas naturales y las cosas artefactuales antes de exponer la distinción entre las cosas inorgánicas y orgánicas hasta llegar a la peculiaridad de lo vivo humano respecto a lo vivo orgánico.

Establecer los límites del mundo kantiano no es tarea sencilla pero éste puede entenderse trazando tres cortes generales: hay el tipo de cosas supra naturales (el dominio suprasensible), hay el tipo de cosas naturales (cuerpos celestes, cristales, plantas, animales, humanos) y hay el tipo de cosas artefactuales (máquinas, artefactos). Si se indaga respecto a esa clase especial de cosas naturales que con frecuencia se dedican a investigar el tipo de cosas que hay en el mundo, especialmente las cosas naturales, encontramos en su interior cosas abstractas que comparten rasgos con el dominio suprasensible: las facultades cognoscitivas del humano y sus estructuras *a priori* son en principio cosas inmateriales o supra sensoriales. De entre las facultades cognoscitivas del humano hay una que permite dar cuenta de las cosas naturales, esta facultad es el juicio y cuando es ejercitada en modalidad reflexionante las cosas vivas orgánicas se presentan como algo autodeterminado en función de un fin o finalidad.

Vayamos más despacio con la distinción entre las cosas supra naturales, las cosas naturales y las artefactuales para describir con mayor detalle la distinción entre cosas inertes inorgánicas y cosas vivas orgánicas. Primero habría que atender el tema de lo divino en el planteamiento kantiano y después la categorización de lo natural, lo artefactual y lo (in)orgánico.

Para Kant, la existencia de Dios es (in)cierta. Aunque la facultad de la razón puede idear la existencia de Dios desde su tendencia a buscar lo incondicionado, si el asunto se examina con mayor demora, para llegar a Dios como causa externa y productora de la naturaleza se requeriría primero pensar la naturaleza como totalidad, sin embargo, esta tarea parece ser una hazaña de dimensiones desproporcionadas para un intelecto limitado como el humano. Si pensar la naturaleza como totalidad es a penas concebible, pensar una causa incondicionada y supra natural lude en lo inconcebible y es a fin de cuentas llanamente ilegítimo incluso para una metafísica (Zammito, 1992; Zuckert, 2014; Illetterati, 2014). No obstante, sí que hay un dominio

suprasensible en el mundo kantiano, ese ser divino o dominio suprasensible es el que permite la unidad original, el acuerdo, el lazo y la transición entre (1) el mundo natural caracterizado por leyes naturales mecánicas, (2a) el mundo moral caracterizado por actos morales e imperativos que acontecen en el mundo natural, y (2b) el mundo orgánico caracterizado por una legalidad finalista (Goy y Watkins, 2014).

Ahora bien, respecto a la distinción entre las cosas naturales y las artefactuales, Kant señala en los textos críticos que las cosas artefactuales o artefactos son producto del arte o técnica mientras que las cosas naturales son producto de la naturaleza. A diferencia de Aristóteles que distingue lo natural de lo técnico a partir de un principio del movimiento y del reposo que es interno y propio (en y por sí) *versus* un principio del cambio que es externo, Kant distingue lo técnico de lo natural a través de la caracterización: involuntario o no intencional *versus* voluntario o intencional. Así como la cama, la prenda de vestir o la casa son producidas en la filosofía aristotélica por un principio o causa externa que es el artesano o el arquitecto, en la filosofía kantiana un hexágono regular es producto de la actividad humana intencional (Šustar, 2014). En cambio, así como para Aristóteles la planta y el animal son generados por un principio interno que (con)tienen *en sí y por sí* o así como los elementos son movidos por un principio interno, en Kant un grano de arena, un cristal o un árbol tendría que ser generado por algo involuntario. Finalmente, la noción kantiana de la naturaleza supone un componente dado, admite o reconoce un factor dado a los sentidos mediado por la facultad de la sensibilidad.

Entre las cosas naturales, Kant como Aristóteles introduce una distinción adicional que acota el espectro de las cosas vivas. Mas, en vez de formalizar que hay algunas cosas naturales cuyo movimiento no proviene íntegramente de ellas mismas (cuerpos simples o elementos) aun teniendo el principio del movimiento dentro de sí o aun teniendo naturaleza—esto es, el planteo aristotélico—Kant propone, siguiendo en parte a Newton, que hay cosas naturales cuyo movimiento es resultado de su inercia—este es el caso de los cristales y de la materia cósmica que constituye los cuerpos celestes o el universo como un todo mecánico. En efecto, para Kant, la esencia de la materia es la inercia: todo cambio respecto al movimiento o reposo debe tener una causa externa, es decir, ni el reposo, ni el movimiento ni la trayectoria de la materia inerte cambia, antes bien se mantiene, si no es por acción de una fuerza externa. Para el pensamiento kantiano, la materia bruta no tiene alma, está muerta, por el contrario el humano es un organismo y está vivo (Zammito, 2006).

La categorización de lo (in)orgánico es trazada a partir de la noción mecánica de la inercia—el principio que (no) es interno sea en contraste o en consonancia con la causa externa del cambio, del movimiento y del reposo—, se perfila con un giro finalista—el principio externo que pende también de un principio interno a lo vivo—y se bruñe regresando a la distinción natural/artefactual—el principio que (no) es intencional y justifica el movimiento, el reposo y el cambio. En otras palabras, lo que distingue a lo orgánico (*e.g.* la planta) de lo inorgánico (*e.g.* el cristal) es: (i) la capacidad de movimiento

(*autopreservación, autogeneración*) desde una causa que no es externa, (ii) la finalidad como causa y (iii) el poder formativo en calidad de principio natural e intrínseco, tal como es presentado en el párrafo §65 de la *Crítica del Juicio*, como causa.

En la filosofía kantiana parece que en principio el organismo es, ante todo, la planta, eso que se (auto)genera y (auto)preserva: se nutre, se reproduce, crece y se regenera. Al igual que sus contemporáneos, Kant toma en cuenta dichas características empíricas como inaplicables a objetos inorgánicos (Berg, 2014). En un segundo nivel de especificidad, parece que el organismo es un todo organizado cuya posición de los componentes constitutivos de la totalidad no solamente es notable sino crucial (Illetterati, 2014). Y en un tercer nivel de especificidad, parece que el organismo es aquello que requiere una descripción o justificación teleológica además de mecánica (teleomecánica) en orden de dar cuenta de lo vivo orgánico del modo más íntegro (Berg, 2014), esto es, el organismo ideado como fin natural: causa y efecto de sí mismo. Ésta es la idea de organismo<sup>11</sup> que constituye la piedra angular del presente trabajo de tesis.

La tesis que defendemos afirma que hay un *antes* y un *después* de esta idea de organismo en la comprensión o explicación de lo vivo. *Antes* de la idea de organismo la comprensión de lo vivo se justifica a través de una causa inmaterial interna a la cosa viva (causa/causado): el fin como causa que coincide con la forma de lo viviente causado. *Después* de la idea de organismo la explicación de lo vivo se mecaniza, la diferencia entre la causa de lo causado se convierte en diferencia entre mecanismos (causa/efecto): mecanismos sueltos que no logran dar cuenta de su condición de parte integrada a un todo en la medida en que no logran dar cuenta de la unidad de los mecanismos que constituyen un individuo u organismo. Esto reabre el problema de la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*». Con la idea de organismo se genera una tensión entre la organización de lo vivo a través de causas finales (justificación teleológica) y la organización de lo vivo a través de causas eficientes (explicación mecánica), sin embargo, una vez puestos delante los conflictos que la causalidad final supone al intelecto humano se privilegia el mecanismo en la explicación de lo vivo sin abandonar la tensión ni la comprensión teleomecánica. Con la idea de organismo se da cuenta de lo vivo a través de una causa final, determinada en parte por una causa inmaterial presuntamente interna a la cosa viva (causa/causado), causada también por una causa racional externa a lo viviente causado; asimismo, se da cuenta de lo vivo a través de causas eficientes (causa/efecto) subordinadas a la causa final. En pocas palabras, la idea de organismo como fin natural trae consigo el problema del fin como algo externo a la cosa viva orgánica así como el riesgo de la «aporía de la causalidad final». Esto lleva a la mecanización de lo vivo, lo que a su vez trae consigo, una vez más, el problema de la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*».

---

<sup>11</sup> El término organismo sólo aparece en la obra póstuma de Kant (Wolfe, 2010). No obstante, la idea de organismo como “cuerpo organizado” (cuyas relaciones entre las partes y el todo son recíprocas) y como tensión entre *fin* y *mecanismo* es la que nos parece relevante a la luz de las manifestaciones actuales en la explicación de lo vivo, teoría evolutiva, teoría (bio)artificial u otras como la(s) teoría(s) del origen de la vida y la(s) teoría(s) del desarrollo embrionario, éstas se ponen en pie apelando al recurso teleológico (finalista), teleomecánico, teleonómico y mecánico. Ver nota al pie número 9 y 12.

El organismo como fin natural o “causa y efecto de sí mismo” refiere el fin del todo orgánico como causa y efecto del todo orgánico. Es decir, el fin, propósito o función del todo que en términos aristotélicos sería la capacidad o actividad determinada a la que se dirige o tiende como realización más propia la cosa viva y que en vocabulario kantiano designa una capacidad que la facultad de juicio (reflexionante) atribuye, ese fin del todo orgánico es concebido como causa y efecto del todo orgánico en tanto efectivamente realizado. En otras palabras, el fin “previo” del todo orgánico es causa de (las partes que a su vez causan) el fin “posterior” en tanto ejecutándose en el todo efectivamente realizado—como efecto. Respecto a la expresión “causa y efecto de sí mismo” Kant mantiene algunas reservas que se vinculan a los límites del intelecto humano y a la concesión otorgada al mecanismo en la explicación de lo vivo, vinculables quizá también a la distinción «causa/causado»; no obstante, el filósofo de Königsberg sostiene la expresión sea de modo provisional:

Kant acknowledges that the phrase ‘cause and effect of itself’ is a somewhat improper expression. The discussion of the concept of natural purpose in §65 [of the *Critique of the Power of Judgment*] suggests that this phrase is meant to capture the idea of a reciprocal causality between a whole and its parts. If (a) a whole is taken as the cause of its parts, and (b) the parts are the cause of the whole, the whole can be said to be cause and effect of itself (Berg, 2014, p.128).

Lo que la expresión “causa y efecto de sí mismo” pone delante es un modelo causal. El modelo causal de la finalidad fue parcialmente expuesto en la introducción a este capítulo en el apartado anterior, mas, como la cita recién referida sugiere, si bien el todo orgánico efectivamente realizado puede causar las partes que como efecto del todo constituyen poco a poco el todo orgánico renovado (constante producción y reemplazo de partes materiales) el modelo causal que está de fondo, no obstante, es un modelo que supone un fin, propósito o función. El modelo teleológico (finalista) se vuelve necesario al momento de considerar no la generación como proceso fisicoquímico ni la estructura más reciente de lo vivo sino el origen de la estructura y del desarrollo, el origen del mantenimiento, persistencia y preservación de lo vivo, el origen de las primeras especies, el origen de la tendencia del desarrollo de lo viviente hacia un resultado predeterminado, el origen de la tendencia hacia la estructura funcional, hacia la autogeneración, automantenimiento y autopreservación, esto es, el origen de la vida y de lo vivo: ¿qué da cuenta de la unidad, orden y actividad propia de lo vivo?

En su versión conjunta propiamente teleomecánica el modelo causal de la finalidad adquiere esta estructura: [A] idea o fin del ‘todo’ → [B] ‘partes’ (‘parte’ → ‘parte’) → [C] ‘todo’ → [D] ‘partes’ (‘parte’ → ‘parte’) → [E] ‘todo’. El fin natural como [A] representación o idea del ‘todo’ o la ‘parte’ causa [B] las ‘partes’ y sus propiedades que causan [C] el ‘todo’ orgánico vivo desarrollado que causa [D] las ‘partes’ y sus propiedades que causan [E] el ‘todo’ orgánico renovado. Kant dilucida en la *Critica del Juicio* la definición del organismo como fin natural así como el modelo causal que implica a través de tres ejemplos que giran en torno a los distintos modos de darse la generación en un árbol: regeneración, crecimiento y reproducción.

En el caso de la regeneración de un árbol (§64, 371.29), por ejemplo, [A] el ‘todo’ orgánico vivo que es el cúmulo de percepciones que llamamos árbol individual o su embrión, unificado a través del fin ‘para regenerarse’, es causa de [B] cada hoja embrionaria desarrollada (‘parte’) que a su vez es efecto de las propiedades de las raíces embrionarias (‘parte’) y del tallo embrionario (‘parte’) y que juntos (‘partes’), siendo causados por el fin del ‘todo’, constituyen y causan [C] el recién desarrollado árbol individual como un ‘todo’ orgánico vivo. Luego, [C] el recién desarrollado árbol individual como un ‘todo’ orgánico vivo es causa de [D] cada hoja regenerada (‘parte’) que a su vez es efecto de las propiedades de las raíces (‘parte’) y del tallo (‘parte’) y que juntos (‘partes’), siendo causados por el ‘todo’, constituyen y causan [E] el recién regenerado árbol individual como un ‘todo’ orgánico vivo y renovado.

En el caso del crecimiento de un árbol (§64, 371.12), por ejemplo, [A] el ‘todo’ orgánico vivo que es el cúmulo de percepciones que llamamos árbol individual o su embrión, unificado a través del fin ‘para crecer’, es causa de [B] cada azúcar desarrollada (‘parte’) que a su vez es efecto de las propiedades de las proteínas (‘parte’), de los precursores de los aceites (‘parte’) y resinas (‘parte’) y que juntos (‘partes’), siendo causados por el fin del ‘todo’, constituyen y causan [C] el recién desarrollado árbol individual como un ‘todo’ orgánico vivo. Luego, [C] el recién desarrollado árbol individual como un ‘todo’ orgánico vivo es causa de [D] cada azúcar crecida (‘parte’) que a su vez es efecto de las propiedades de las proteínas (‘parte’), de los aceites (‘parte’) y resinas (‘parte’) y que juntos (‘partes’), siendo causados por el ‘todo’, constituyen y causan [E] el recién crecido árbol individual como un ‘todo’ orgánico vivo y renovado.

En el caso de la reproducción de un árbol (§64, 371.6), por ejemplo, el ‘todo’ orgánico vivo que es el cúmulo de percepciones que llamamos especie de árbol, unificado a través del fin ‘para reproducirse’, es causa de [B] cada organismo individual de la especie preservada (‘parte’) que a su vez es efecto de los demás organismos que constituyen la especie (‘partes’) y que juntos (‘partes’), siendo causados por el fin del ‘todo’, constituyen y causan [C] la especie de árbol como un ‘todo’ orgánico vivo. Luego, [C] la especie de árbol como un ‘todo’ orgánico vivo es causa de [D] cada árbol reproducido (‘parte’) que a su vez es efecto de los demás árboles reproducidos (‘parte’) y que juntos (‘partes’), siendo causados por el ‘todo’, constituyen y causan [E] la recién reproducida especie de árbol como un ‘todo’ orgánico vivo y renovado.

Ahora bien. Si, como los ejemplos recién desplegados sugieren, [C] el todo orgánico efectivamente realizado puede causar [D] las partes que como efecto del todo desarrollado constituyen poco a poco [E] el todo orgánico renovado (constante producción y reemplazo de partes materiales), los cuestionamientos filosóficos que parecen obligar a la razón a hilvanar la serie de mecanismos empíricos y causas eficientes a un tipo de legalidad distinto de las leyes naturales son: ¿qué causa el primer todo orgánico referido [C]? ¿cuál es la causa del desarrollo del embrión hacia un árbol individual capaz de reproducirse, crecer y regenerarse? Y si la causa es un árbol individual anterior ya desarrollado con estas capacidades ¿cuál es la causa del desarrollo del embrión de ese árbol anterior? Y si la causa es la asociación de dos entidades vivas anteriores o de modo simple

una entidad viva anterior que se transforma. ¿Cuál es la causa de cada una de esas entidades en cuanto vivas? ¿Por qué (da la impresión de que) se *autogeneran* y *autopreservan*? Estas son las preguntas que a la filosofía le interesa resolver respecto a lo viviente.

Tras la consideración de cada ejemplo que gira en torno a la generación, la conclusión a la que arriba Kant en el párrafo §65 (373.5; 373.17; 373.38) es que un organismo como fin natural tiene que cumplir los siguientes requisitos: (1) sus partes [B] son posibles, en cuanto a existencia y forma, sólo a través de su relación con el todo  $[A \rightarrow B]$ , (2) sus partes se combinan en un todo  $[B \rightarrow C; D \rightarrow E]$  y son recíprocamente la causa y el efecto de su propia forma [D], (3) sus partes no solamente existen para y por el bien de sus otras partes [B] y a causa del todo  $[A \rightarrow B]$  o dando cuenta del todo  $[B \rightarrow C; D \rightarrow E]$  sino que sus partes deben ser pensadas como un órgano o instrumento que produce a las demás [D] (Šustar, 2014).

Hasta aquí hemos visto distintos modos de darse la generación en un árbol (reproducción, crecimiento y regeneración), en orden de aclarar la idea de organismo como fin natural así como el modelo teleomecánico que supone. El planteamiento kantiano entiende por reproducción el proceso por el cual un organismo como el árbol individual que pertenece a una especie genera otro organismo o árbol individual de la misma especie en afinidad con leyes naturales. La noción de especie que Kant parece tener en mente no es exactamente la de Aristóteles—la de tipo—sino la de Buffon—esto es, la de secuencia genealógica (Šustar, 2014; Berg, 2014). Por regeneración, el planteo kantiano entiende el proceso por el cual un organismo restaura o reemplaza partes del cuerpo dañadas o perdidas, incluidos aquí los abortos espontáneos y las malformaciones en el crecimiento o desarrollo (Šustar, 2014). Y, por último, el planteamiento kantiano entiende por crecimiento el proceso por el cual un organismo o árbol individual se genera a sí mismo en cuanto individuo (Berg, 2014).

De los tres ejemplos que dilucidan la definición del organismo como fin natural, el crecimiento permite distinguir las cosas orgánicas de las inorgánicas de manera conspicua. Las cosas orgánicas como el árbol se distinguen de las cosas inorgánicas como los cristales en que estos últimos implican solamente un incremento en magnitud de acuerdo con leyes mecánicas—la posición de los componentes en este incremento, resulta, como hemos visto, inesencial. Un organismo como el árbol implica, además de leyes mecánicas, un ordenamiento de las partes que le componen, implica una separación del material en bruto (*e.g.* agua, dióxido de carbono) que obtiene del ambiente externo y una conformación así como una combinación de componentes compatibles con su especie (*e.g.* carbono, hidrógeno, oxígeno) con vistas a nutrirse y entonces generar sus partes constitutivas (*e.g.* aceites compuestos de carbono e hidrógeno). En otras palabras, las cosas orgánicas como el árbol implican la asimilación y transformación de componentes inorgánicos, tratados por el todo orgánico vivo, resultando en la generación de partes orgánicas (Berg, 2014). La capacidad de las cosas orgánicas para crecer vía nutrición, esto es, la capacidad de separar o descomponer y la capacidad de (con)formar nuevas composiciones, es posibilitada por el poder

formativo (Šustar, 2014; Berg, 2014; Goy, 2014). El poder formativo es lo que distingue al organismo vivo del conglomerado inorgánico pero también distingue a lo mecánico artefactual de lo vivo orgánico:

Organized beings can be explained to some extent based on mechanical laws and “*motive power*” (...), but cannot be explained based on mechanical laws and *motive powers* alone. Understanding them requires final causal or physical teleological laws and a “*formative power*” (...). Different from mechanical machines like watches [or natural mechanisms like crystals or grains of sand], which are brought about as aggregates by an external engineer [or external cause like wind or waves, physical forces and chemical factors], organized beings like trees are generated by an internal principle as self-organized purposive wholes. (...) Kant claims that both mechanical and physical teleological laws characterize organized beings whereby only the latter are distinctive of organized beings as such (Goy y Watkins, 2014, pp.8-9).

Si bien las cosas orgánicas vivas se distinguen tanto de las cosas naturales inorgánicas como de las cosas artefactuales mecánicas, no obstante, las cosas naturales orgánicas comparten un rasgo decisivo con las cosas artefactuales: ambos tipos de cosas constituyen un todo organizado en el que la posición de las partes componentes es crucial y en el que un fin da cuenta de la organización del todo (Illetterati, 2014). Sin embargo, el artefacto se distingue del organismo porque aquel es un producto cuyo fin es llanamente externo a sí mismo. Siguiendo el argumento kantiano presentado en la *Crítica del Juicio* (§65), un artefacto, por ejemplo, un reloj, no es capaz de producir o generar otro artefacto a través de la organización interna de su materia, un artefacto no es capaz de restaurar o remplazar por sí mismo sus propias partes ni de modificar su arreglo espontáneamente, así como no es la causa eficiente de la producción de sus partes ni del movimiento de otros cuerpos. De este modo, el artefacto, en contraste con el organismo, es un producto organizado cuya organización o fin es el resultado de una causa racional externa que difiere de la materia que la compone y de la entidad organizada como tal (Illetterati, 2014). El organismo, en cambio, es un producto organizado cuya organización es causada por un fin determinado por una causa externa, el sujeto cognoscente, y una causa presuntamente interna y natural, el poder formativo.

Hemos visto ya que el poder formativo es un poder básico que causa la vida orgánica y lo vivo orgánico—aquello que posee la capacidad de autodeterminación: *autogeneración* reproductiva, regenerativa y de crecimiento. El poder formativo como causa presuntamente interna al organismo vivo y el sujeto cognoscente como causa externa causan la finalidad como estructura *a priori* y factor empírico que a su vez causa la entidad unificada y organizada así como su actividad presuntamente propia, esto es, lo vivo orgánico. Un poder básico como el poder formativo es: un principio incondicionado e inmaterial que genera orden y cuyo efecto es un fin, un principio de orden y de forma que extiende su capacidad de organización y de orden en la materia o en los materiales (Goy, 2014). Kant lo describe en la *Crítica del Juicio* como distintivo del organismo<sup>12</sup>:

---

<sup>12</sup> Empleo la traducción en español de Manuel García Morente (1997) y la traducción en inglés de Paul Guyer (2000), complementada esta última por las traducciones parciales de Ina Goy (2014) y Predrag Šustar (2014).



Un ser organizado, pues, no es sólo una máquina, pues ésta no tiene más que fuerza *motriz*, sino que posee en sí fuerza *formadora*, y tal, por cierto, que la comunica a las materias que no la tienen (las organiza), fuerza formadora, pues, que se propaga y que no puede ser explicada por la sola facultad del movimiento (el mecanismo) / [A]n organized being is not a mere machine. For [/because] a machine [that] has only [solely]  *motive* force [power]. But [/while] an [/the] organized being has [possesses] within [/in] it [/itself]  *formative* force [power], and [indeed] a formative force [/one] that this being imparts to [communicates to/acts upon] the kinds of matter [/the matter/several materials] that [/which] lack [/does not have] it (thereby organizing them) [/it organizes the latter]. This force is therefore [/thus] a formative force that propagates itself [/it has a self-propagating formative power]—a force that [/which] a mere ability [of one thing] to move [another] (i.e., mechanism) cannot explain [/cannot be explained through the capacity for movement alone (that is, mechanism)] (§65, 374.26).

Ina Goy (2014) interpreta la cita recién referida a través de cinco demandas o pretensiones del poder formativo, éste: (1) distingue al organismo de la máquina con la cual comparte poderes motrices mecánicos, (2) pertenece al organismo en sí mismo, (3) es comunicado a los materiales pues la materia no tiene poder formativo, (4) organiza una entidad cuando es comunicado a la materia o los materiales, (5) posee la capacidad de propagarse a sí mismo. La autora sugiere que el poder formativo es un “poder *intrínseco*” en el organismo y del mismo modo sugiere que es una capacidad natural: “[i]t does not externally cause the organized being (as for instance (...) an artisan that produces the artificial object). The formative power is a natural capacity of and is effective in the organism” (p.52).

Sea que el poder formativo tenga un carácter natural, dado e intrínseco, tal como parece indicar Ina Goy (2014), o sea por el contrario que tenga un carácter puesto por la proyección y la inventiva humana, como parece indicar Predrag Šustar (2014), el poder formativo constituye el distintivo de lo vivo orgánico. El poder formativo o principio vital da cuenta de la unidad, del orden y de la actividad propia de lo vivo causado, es lo que posibilita la capacidad de autodeterminación del organismo, es decir, el fenómeno de la reproducción, de la regeneración y del crecimiento.

Algunos autores expresan esta peculiaridad de las cosas orgánicas vivas por medio de anacronismos interesantes como “programa”. Cito un ejemplo para arrojar luz sobre lo ya expuesto y sobre lo que queda por exponer pero también para marcar algunas relaciones entre la filosofía kantiana, como un momento clave en el pensamiento occidental de lo vivo, y manifestaciones más recientes en la explicación de lo vivo y sus correlatos (la máquina, el artefacto):

Kant says (...) that the formative power of biological entities “communicates” (...) itself to raw material taken from environment. (...) [A] raw material gets separated and reconfigured by the capacity displayed by natural end products[:] (...) capacity for separation and formation (...)[,] capacities shown by biological organisms in the process of growth. (...) Taking into account the data collected before (...) “formative power” (...) refers to a kind of programmed activity through which the biological object in question brings about the corresponding effect (Šustar, 2014, pp.109, 111-112).

El poder formativo o principio vital es lo que posibilita la capacidad de autodeterminación (*autopreservación, autopersistencia, automantenimiento, autogeneración, autoorganización*) de lo vivo orgánico, mas, en caso de ser una proyección y exclusivamente un medio para conocer la naturaleza orgánica, tal como lo es la finalidad en su dimensión *a priori*, en ese caso la capacidad de autodeterminación es una mera ilusión. En claro contraste con la filosofía aristotélica, donde lo propiamente vivo es la planta y donde el más claro exponente del bien vivir o vivir virtuoso es el humano, en la filosofía kantiana lo propiamente vivo es el humano. En el caso del humano actuante no hay duda respecto a la realidad del carácter interno del poder básico (deseo, entendimiento y voluntad) que produce la acción ordenada (acto moral) por medio de un fin o propósito. Es decir, no hay duda respecto a la vida—capacidad de autodeterminación—del humano que actúa. Por el contrario, en el caso del organismo no es del todo claro el carácter interno del poder básico (poder formativo) que produce la actividad ordenada (generación) por medio de un fin o propósito, antes bien, hay duda respecto a la vida de lo orgánico. En el caso humano no hay desafío en el modelo causal, la causa (voluntad) es externa a lo causado (acción moral). Lo vivo humano es así lo más propiamente vivo y se distingue de lo vivo orgánico que supone dificultades al intelecto humano.

El conflicto que un principio interno a lo orgánico vivo pensado como fin significa para el planteamiento kantiano ya lo hemos indicado: puesto que el fin está construido en la *Crítica del Juicio* (§11, §61) como producto de un concepto y puesto que el concepto está construido como una representación, entonces, solamente puede atribuirse a una inteligencia. Esto deja tres opciones: la materia como inteligente, el alma y la naturaleza orgánica como inteligentes o una entidad inteligente supra natural. Suponer que la materia en cuanto tal es causa interna de la organización y actividad de lo vivo orgánico implica contradecir la inercia no intencional como una de sus propiedades mientras que suponer una causa interna como el alma implica emplear un principio ajeno—así queda anotado en la *Crítica del Juicio* (§65)—e implica además su(per)poner y aplicar la estructura de lo técnico a la estructura de lo orgánico: el alma como arquitecto inteligente que dota de un fin, propósito o función a lo vivo orgánico. Así también, dijimos, se llega a un “punto muerto” si se supone una superinteligencia como causa externa del organismo vivo, en este caso no solamente se su(per)pone y aplica la estructura de lo técnico a la estructura de lo orgánico sino que se rebasan los límites del conocimiento humano y se abandona el dominio de la ciencia natural y de la metafísica legítimas. Atendiendo estas dificultades conviene entender el poder formativo no como un fin sino como un principio incondicionado, natural e intrínseco a lo orgánico que causa la finalidad en su dimensión empírica y experiencial. ¿Esto equivale al alma como arquitecto? ¿Esto supone un principio interno inteligente? ¿Conviene mejor caracterizar al poder formativo como inescrutable?

De cualquier modo, la diferencia entre lo vivo orgánico y lo vivo humano se hace presente: la finalidad o fin del humano está determinada por algo interno a lo vivo humano mientras que la finalidad del organismo está determinada, cuando menos en parte, por algo externo a lo vivo orgánico. El principio externo que determina a la finalidad del organismo es el sujeto que le

conoce, esto es, la estructura trascendental subjetiva que implica las facultades cognitivas (el deseo, la sensibilidad, el entendimiento, el juicio y la razón) y sus estructuras *a priori* (espacio, tiempo, categorías, finalidad, síntesis de lo heterogéneo, imperativo categórico u otras representaciones), muy especialmente, la facultad de juicio en modalidad reflexionante y la finalidad.

Cuando menos, Kant refiere la vida de tres maneras distintas. Un primer modo es empleado en su obra póstuma y en la *Crítica de la razón práctica*, un segundo modo es empleado en los *Principios metafísicos de la ciencia natural* y un tercer modo es empleado en sus conferencias de metafísica. El primer modo tiene en mente el acto moral de lo vivo humano, el segundo modo permite considerar el acto moral de lo vivo humano como análogo a la organización y actividad orgánica, y el tercer modo permite cuestionar los alcances de la analogía, esto es, las similitudes entre la estructura de lo humano actuante y la estructura de lo orgánico.

[1] La vida en la obra póstuma y segunda crítica: “life in the strictest meaning of the term is the capacity of spontaneity of a physical entity to act in accordance with certain of its own representations” (Zammito, 2006, p.763).

[2] La vida en los principios metafísicos: “life means the capacity of a substance to determine itself to act from an internal principle, of a finite substance to determine itself to change, and of a material substance to determine itself to motion or rest as change of its state” (Zammito, 1992, p.226).

[3] La vida en las conferencias de metafísica: “all matter that is animate has an inner principle which is separated from the object of outer sense, and is an object of inner sense... [t]hus, all matter which lives is alive not as matter but rather has a principle of life and is animated. But to the extent matter is animated, to that extent it is *ensouled*” (Zammito, 2006, p.762).

En suma, todo el marco conceptual kantiano para comprender lo viviente está pensado y anclado en un planteamiento que se enfoca en las facultades humanas (sensibilidad, entendimiento, juicio, razón, voluntad) y por ello está confinado en el mundo de las representaciones, los conceptos, las intenciones y, en suma, de la inteligencia, lo que al final impide concebir lo que para Aristóteles y para la comprensión actual serían otros modos de vivir (nutrición, mantenimiento, crecimiento, desarrollo y generación reproductiva) pero que, no obstante, Kant incluye en su concepción de lo orgánico.

Recapitulando, de entre las cosas artefactuales que habitan el mundo, las máquinas no están vivas porque su principio de organización es externo e intencional, es decir, los artefactos están determinados no por sí mismos sino por una causa externa que posee deseo o voluntad (el humano u otro animal). Por otro lado, de entre las cosas naturales que habitan el universo, los cuerpos celestes inorgánicos tampoco están vivos, no están vivos porque a pesar de ser un producto involuntario o no intencional su principio de organización es también externo, así también los materiales inorgánicos terrestres como los granos de arena y los cristales, no están vivos porque están determinados por una causa externa involuntaria (la gravedad, la fricción, el viento, las olas u otras fuerzas y factores físicos o fisicoquímicos); las plantas orgánicas, en cambio, parecen estar vivas,

pues poseen un poder formativo que posibilita su autodeterminación (*autopreservación, automantenimiento, autoreproducción, crecimiento autónomo, autoregeneración, autoorganización*). Finalmente, los humanos están vivos del modo más propio porque poseen un principio de organización interno e intencional (entendimiento y voluntad) que posibilita su autodeterminación (acto moral) y los animales están vivos de un modo parecido pues poseen un principio de organización interno que también pende de representaciones (deseo).

En conclusión, la entidad viva es aquella que posee la capacidad de determinarse a sí misma, cuya unidad organizada y actividad propia es causada por medio de un fin determinado por una o dos fuerzas: una que es interna (entendimiento y voluntad o poder formativo) y, en el caso del organismo, otra que es externa (sujeto cognoscente). En otras palabras, la entidad viva es aquello causado que posee la capacidad de autodeterminación por causa de un poder básico (entendimiento y voluntad o poder formativo) y que, en el caso de lo vivo orgánico, es causado por una estructura *a priori* (finalidad) que es en parte causada por el sujeto externo que conoce lo vivo y en parte causada por el principio vital interno o poder formativo de lo vivo.

#### *Naturaleza: objetos dados a los sentidos*

El foco de la filosofía kantiana no es la naturaleza sino su investigación, la investigación de la naturaleza efectuada por el humano a través de las facultades cognoscitivas (sensibilidad, entendimiento, juicio, razón, voluntad). La naturaleza es la gran incógnita y—en términos epistemológicos—el principal interés de Kant. Éste logra dar cuenta de ella, en lo que al ámbito inorgánico se refiere, por medio exclusivo de leyes naturales mecánicas y causas eficientes. No obstante, en lo que toca a esa región especial de la naturaleza que es lo vivo orgánico, el filósofo prusiano se ve obligado a considerar una legalidad distinta de la natural y una causalidad teleológica (causas finales). Mas, si bien la naturaleza puede ser considerada como un todo, como bella o como suma de propósitos, de fondo, el planteamiento kantiano imposibilita saber con certeza si la naturaleza es bella, si contiene organismos, si hay fines en la naturaleza o si éstos son los propósitos de Dios (Zuckert, 2007). En la *Crítica del Juicio* Kant señala que la organización en la naturaleza es irreducible a cualquier causalidad humanamente consabida (§65) pero cuando menos un par de cosas pueden intuirse de la naturaleza (§61, §65): tiene un carácter productivo no intencional ni inteligente y en este sentido contrasta con el arte así como con el principio externo y racional que le corresponde. En efecto, en el párrafo §61 (359.15) Kant define la naturaleza como: la suma de objetos dados a los sentidos y presentados en espacio y en tiempo (Illetterati, 2014; cfr. Zuckert, 2007).

La naturaleza incluye esa región especial que es lo vivo orgánico e incluye además un fenómeno de especial interés para la filosofía kantiana: la generación y desarrollo embrionario de un nuevo individuo orgánico. Hemos apuntado que la pregunta por la causa del desarrollo de un embrión hacia un organismo individual capaz de preservarse, reproducirse, crecer y regenerarse así como la pregunta por la causa de la tendencia del desarrollo de lo viviente hacia un resultado predeterminado

y hacia una estructura funcional (direccionalidad), en suma, la pregunta por el *origen* de la vida y de lo vivo, revela la insuficiencia del modelo causal exclusivamente mecánico y conforma un cuestionamiento filosófico capital.

Es este fenómeno, a saber, el fenómeno de la generación orgánica, uno de los grandes temas de discusión en la modernidad. El debate lleva a Kant a confrontar dos posturas generales que intentan dar cuenta de la generación y del desarrollo del organismo vivo: (i) ocasionalismo y (ii) prestabilismo. De fondo, lo que la reflexión kantiana realiza es una defensa de la ciencia natural y de la agencia causal de la naturaleza. Si por un lado la agencia causal responsable de la generación orgánica es depositada en la agencia divina—ocasionalismo—que crea de manera directa un nuevo individuo en la ocasión oportuna, por otro lado, la agencia causal responsable es depositada en la agencia natural—prestabilismo. El prestabilismo, a diferencia del ocasionalismo, permite el ejercicio pleno de una ciencia natural que trata a todos los eventos como acaecimientos naturales, en este caso el evento de la generación y desarrollo de un nuevo organismo, con la consigna de evitar recurrir a la intervención divina y de conceder a las cosas de la naturaleza la oportunidad de producir sus propios efectos en afinidad con leyes naturales (Fisher, 2014).

Alrededor del siglo XVIII, el debate sobre la causa responsable de la generación orgánica se embiste desde tres frentes genéricos: (a) preexistencia, (b) preformación y (c) epigénesis. El mayor contraste se marca entre la posición preexistencialista y la posición epigenética. Los preexistencialistas sostienen (a) que la causa responsable de la generación orgánica, esto es, de cada organismo individual, la causa es Dios que en un acto creativo produce tanto a los organismos “progenitores” como a su “progenie”. De acuerdo con (i), tanto el organismo “progenitor” como su descendencia son progenie de Dios, lo que niega estrictamente cualquier intervención causal y natural del organismo ascendente, esto es, de los padres (Fisher, 2014). En contraste, los epigenetistas sostienen (c) que la causa responsable de la generación y del desarrollo del organismo vivo es un poder—epigenético—que inhiere en la materia aparentemente no estructurada y que produce la *autoorganización* de lo vivo orgánico (Goy, 2014). De acuerdo con (ii), una vez provista la organización divina inicial se concede al organismo individual la capacidad de generar su especie como efecto propio en afinidad con leyes naturales y no solamente la capacidad de desarrollar lo creado por Dios o la organización divina dada. El poder epigenético—la causa del organismo vivo individual generado y desarrollado—puede ser un mecanismo o un principio vital pero en cualquier caso supone algún tipo de preformación pues la capacidad productiva del organismo individual da cuenta de una disposición preformada, un tipo de germen que atiende leyes naturales y que debiera justificar la forma, actividad o funcionamiento propio de lo vivo.

En la justificación del fenómeno de la generación orgánica, la posición preformacionista representa, antes bien, una escala de grises. Está (b1) la preformación que atribuye la causa responsable de la generación orgánica, esto es, de cada organismo individual, a un germen preformado de origen divino que, de acuerdo con (i), es creado directamente por Dios en la ocasión de la mezcla de la simiente de los padres o de su mero apareamiento. No obstante, los padres no desempeñan ningún rol

causal. Aquí se encuentra la posición ovista y la animalculista o espermista, esta supone que todos los organismos por generarse ya existen, en forma de semilla o ya desarrollados pero en miniatura, en la primera mujer o en el primer hombre creado por Dios (Fisher, 2014; Goy, 2014). Está (b2) la preformación que atribuye la causa responsable al alma del progenitor sea la madre o el padre: el nuevo organismo es elaborado en los ovarios de la madre o en los testículos del padre en un proceso dirigido por la forma o especie del padre respectivo (Fisher, 2014). De acuerdo con (i), la primera especie, madre o padre, es creada por Dios, mas, de acuerdo con (ii) el organismo progenitor desempeña un rol causal y natural que produce sus propios efectos en afinidad con leyes naturales. Por último, está (b3) la preformación que atribuye la causa responsable de la generación orgánica a un límite preformado o predisposición constreñida dentro de límites naturales determinados, esto es, un tipo de germen que da cuenta de la forma, especie, funcionamiento, estructura y/o actividades propias de lo vivo orgánico. El germen puede ser algo como el alma del progenitor pero en este caso no es claro que ésta sea creada por Dios, corresponde más bien a un límite que puede ser suprasensible en lo que a su origen respecta pero pende en grado mínimo de lo supra natural y atiende estrictas leyes naturales que explican la generación y el desarrollo de las especies que suceden a las primeras u originales. Así, los organismos individuales que provienen de la misma especie varían dentro de los límites de su organización original otorgada, de acuerdo con las presiones de su ambiente (Zammito, 1992). El límite preformado, la predisposición, el germen o alma como causa activa del organismo vivo causado, de su forma, de su especie, de su funcionamiento, estructura y/o actividad presuntamente propia es él o ella misma una forma específica pero localizada fuera del organismo vivo recién generado (causa/causado), esto es, en otro organismo vivo que le antecede (su padre o ancestro): “the active cause of the generation of a specific form in the matter of organized beings is that specific [non-empirical] form itself as it is expressed in the matter of other individuals of the same kind” (Fisher, 2014, p.27). Esta posición preformacionista, (b3), implica por lo menos uno de los siguientes supuestos: (1) la existencia previa de una especie natural que antecede a cualquier individuo orgánico generado; (2) un generador no generado y quizá, sólo quizá, creado (Fisher, 2014). Esto es, de acuerdo con (ii), la intervención y agencia causal de Dios queda eludida y en todo caso es reducida a su mínima expresión mientras se enfatiza la agencia natural.

En resumen, la postura de Kant es una defensa de la ciencia natural y de la agencia causal de la naturaleza. Su posición es (ii) prestabilista, (b3) preformacionista y (c) epigenética. Es (ii) prestabilista porque concibe la causa responsable de la generación orgánica como una causa que responde a leyes naturales, concibe la generación del organismo vivo individual como un evento natural y al organismo vivo como algo capaz de desarrollarse y generar su especie por sí mismo. Es (b3) preformacionista porque concibe la causa de la generación y del desarrollo del organismo vivo como un límite preformado o predisposición constreñida dentro de límites naturales determinados (un germen causado en parte por el poder formativo, que el ser humano sólo puede comprender en términos de fines, propósitos o funciones). Y es (c) epigenética porque concibe la causa de la

generación orgánica como un poder que inhiere en la materia y produce la *autoorganización* de lo vivo orgánico, esto es el poder formativo o generativo o principio vital. Pues, a fin de cuentas, la noción kantiana de la naturaleza implica aspectos dados, no intencionales ni inteligentes. La naturaleza tiene para Kant un carácter dado y productivo que se manifiesta por medio de leyes mecánicas y que, en lo que a lo orgánico respecta, contrasta con el principio de causalidad externo e intencional propio del arte. Sin embargo, el principio de causalidad de la naturaleza organizada, es decir, el principio de causalidad de esa región especial de la naturaleza que es el organismo vivo es incognoscible para el intelecto humano si no es a través de una finalidad.

#### *Finalidad sin fin y sujeto cognoscente trascendental*

La finalidad y el sujeto cognoscente son los principios de organización a través de los cuales Kant comprende y explica lo vivo. Veamos los detalles sobre la finalidad y después los detalles sobre el sujeto cognoscente para desplegar el tema de la vida en la filosofía kantiana, de antemano sabemos que este tema se enmarca en términos del principio vital o poder formativo, las estructuras *a priori*, la estructura subjetiva trascendental, lo vivo u orgánico y la vida misma.

La finalidad es *prima facie* una estructura *a priori*, esto es, previa a la experiencia, que es empleada por una de las facultades cognoscitivas del humano que conoce: el juicio en modalidad reflexionante. La finalidad es una representación que el sujeto cognoscente emplea como medio para conocer la naturaleza viva orgánica; su carácter es trascendental, subjetivo, necesario y regulativo (Zuckert, 2007).

El carácter de la finalidad es trascendental porque es supra sensorial y precede a la experiencia, da cuenta de ese momento previo a la experiencia del objeto a conocer, de hecho, refiere una estructura que acompaña al sujeto que conoce y que, al igual que las intuiciones de la sensibilidad, también aporta al conocimiento. Ya que esta estructura o representación es empleada por una de las facultades cognoscitivas del sujeto que conoce, se dice que su carácter es subjetivo. La finalidad es además imprescindible para captar el orden en la diversidad, contingencia y multiplicidad de la naturaleza empírica, es imprescindible para el conocimiento de lo empírico y muy especialmente es imprescindible para el conocimiento de lo vivo orgánico, de ahí su carácter necesario: las diversas actividades o comportamientos que se presentan en la multiplicidad de intuiciones que se perciben en eso que llamamos organismo son unificadas por medio de un fin, propósito o función que proporciona unidad y organización a tal cúmulo de percepciones y estímulos inconexos con vistas a conocer esa porción de lo natural, sin el fin no hay organismo vivo que conocer. Finalmente, el carácter de la finalidad es regulativo porque no es íntegramente constitutivo de lo vivo orgánico sino que es descriptivo de lo que en ello acontece (de tal modo que resulte comprensible al intelecto humano) y ayuda a encontrar las leyes mecánicas que allí gobiernan (Zuckert, 2014).

De acuerdo con Kant, es imposible pensar en la finalidad sin recurrir a una intencionalidad e inteligencia que le justifique (Illetterati, 2014). Como hemos indicado antes, ya que la finalidad es una representación y ya que el fin es producto de un concepto que también es una representación, sólo puede atribuirse a una inteligencia. Tal inteligencia Kant va a colocarla no en la materia, ni en el alma ni en Dios como arquitecto que dota de un fin, propósito o función a lo vivo orgánico sino en un sujeto cognoscente: el humano que conoce al organismo vivo. En palabras de Hein van den Berg “[é]ste es el precio de comprender la noción de ‘fin’ en términos de una agencia intencional” (2014, p.146). En suma, este es el planteo que obliga a Kant a caracterizar la finalidad como regulativa (del conocimiento) y no constitutiva de la cosa viva orgánica en sí misma.

Con todo, los juicios conforme a fines y la legalidad teleológica (finalista) no tienen su origen en la mera invención humana así como tampoco lo tienen en lo vivo orgánico en sí mismo sino que, antes bien, encuentran su justificación en el modo de conocer lo viviente por parte del sujeto que conoce (Illetterati, 2014). De acuerdo con Ina Goy y Eric Watkins (2014) la finalidad como estructura de la facultad de juicio (reflexionante) se expresa en una legalidad finalista que se piensa como causalidad final. Tal legalidad finalista pende de juicios conforme a fines y estos juicios tienen dos componentes: (1) un principio de unidad *a priori*, y (2) un concepto “empírico” que se obtiene a través de la experiencia. Por ejemplo, (1) la operación de buscar un fin que unifique la multiplicidad de intuiciones que se perciben en eso que llamamos planta y que tras la experiencia proponemos como (2) “para crecer” o “para mantenerse viva”. Finalidad sin fin quiere decir que hay un principio de unidad presupuesto y conceptuante que antecede a la experiencia concreta a partir de la cual se propone un fin o concepto no conocido de antemano.

Un fin atribuido a un producto natural supone que hay algo en él que debería ser o acontecer (Berg, 2014), el fin permite unificar las diversas actividades y comportamientos en función de aquél como si aquellas se dirigieran a éste (Zuckert, 2014). Por ejemplo: “para nutrirse”, “para crecer”, “para regenerarse”, “para reproducirse”, “para sentir: ver”, “para desplazarse: volar”, son fines a los que se dirigen todos los mecanismos y partes—medios—que los hacen posibles (*e.g.* fotosíntesis, síntesis de proteínas, secreción seminal, reflexión de luz, impulso; tallo, ojo, alas, aparato reproductivo). Dichos fines pueden ser medios, a su vez, de un fin fundamental, por ejemplo, la preservación de la especie o del organismo como un todo.

Los ejemplos de fines recién mencionados son ejemplos de conceptos “empíricos” que unifican la multiplicidad, diversidad y contingencia que se percibe en la naturaleza experienciada, en este sentido vale la pena insistir en la dimensión dada o empírica de la finalidad o del fin natural tanto como en su dimensión puesta o *a priori*. En este capítulo he puesto de manifiesto una dimensión *a priori* de la finalidad así como una dimensión empírica de la misma. Supongo que la dimensión empírica, en lo que a su aspecto dado respecta, es causada por el poder formativo (presuntamente natural, intrínseco, no intencional ni inteligente) mientras que la dimensión *a priori* es causada por el sujeto cognoscente (inteligente, intencional, extrínseco, trascendental). Del poder formativo como principio de organización de lo vivo orgánico no hay mucho que pueda afirmarse,



Kant nota en la *Crítica del Juicio* que la capacidad de la naturaleza de organizarse a sí misma es una propiedad inescrutable (§65), en cambio, del sujeto cognoscente puede esperarse mayor claridad y franqueza, esto es, menor confusión, a fin de cuentas aquí se encuentra el principal enfoque de la filosofía kantiana.

El sujeto cognoscente es una (super)estructura presente en el humano que se dispone a conocer. Tal estructura no se ofrece a los sentidos externos, no es medible ni cuantificable—tiene un carácter supra sensorial—simplemente está presente en el humano y lo acompaña en todas sus experiencias cognoscitivas. El sujeto cognoscente es externo respecto a aquello que conoce, lo vivo orgánico por ejemplo, a esto último lo percibe a través de los sentidos y lo comprende a partir de estructuras *a priori*—extrayendo y formulando orden y unidad por medio de múltiples facultades: la sensibilidad que parte de la experiencia, el entendimiento que parte de lo *a priori* y se dirige a la experiencia, además del juicio que construye un fin desde lo *a priori* y hacia lo empírico.

En suma, lo vivo orgánico causado es justificado por una serie de mecanismos (causa/efecto) subordinados a un fin que causa lo vivo (causa/causado) en cuanto tal—unidad ordenada capaz de determinarse a sí misma: preservarse, mantenerse, generarse, organizarse—, esto implica una causa final interna que está determinada por dos fuerzas: el poder formativo presuntamente natural e interno y el sujeto externo que conoce el organismo viviente y le da un fin de acuerdo con su experiencia. Así se explica lo vivo orgánico en la Universidad de Königsberg, en la Prusia moderna del siglo XVIII.

### *Reflexiones causales*

La diferencia que Kant introduce en la explicación de las cosas naturales respecto a sus predecesores es quizá la consideración de la (super)estructura que percibe y conoce la naturaleza. Su enfoque en las facultades cognoscitivas humanas permite situar delante un principio racional que da cuenta del orden en la naturaleza y, específicamente, del orden en lo vivo. El principio de organización de lo vivo en el pensamiento kantiano es una causa interna a la cosa viva pero en tanto que externa, por un lado, e inescrutable, por otro (causa/causado). El organismo vivo es comprendido y explicado a través de mecanismos (causa/efecto) subordinados a un fin y a un poder formativo epigenético que opera conforme y a través de leyes naturales mecánicas (medio≈causa). No obstante—aunque la justificación es, de fondo, teleomecánica—el privilegio explicativo recae en el medio, esto es, en el mecanismo y en las causas eficientes, y no en la causa honda (fin, forma) pues esta última presenta dificultades al intelecto humano. Hay algunos conflictos o limitaciones en el modo de conocer humano que se hacen patentes al momento de considerar la agencia interna que causa lo vivo orgánico—la causalidad que allí opera es peculiar, desconocida, sin paralelo. Y en lo que toca al fin como causa interna de lo vivo, resulta tener, cuando menos en parte, un origen externo: el sujeto cognoscente. Así, la causa intrínseca de lo vivo causado sólo puede ser pensada por un intelecto humano en términos de fines, propósitos o funciones.

Lo vivo orgánico es causa y efecto de sí mismo considerado como un fin que determina mecanismos, pero el fin está puesto por otro (sujeto cognoscente) en su afán de conocer lo que allí está dado: hay una fuerza que es presuntamente interna y otra que es externa, juntas determinan una tercera que es la causa de lo vivo causado. Esta causa sería el fin o causalidad final que da cuenta de la unidad, orden y actividad presuntamente propia del organismo vivo. Desde aquí se justifica la vida y su direccionalidad, así como la tendencia de lo vivo hacia la estructura funcional y la tendencia de lo viviente hacia un resultado predeterminado en su desarrollo.

Ya que la causalidad final conforma nada más que el trasfondo de la comprensión kantiana de lo viviente, debido a su carácter regulativo del conocimiento y no convincentemente constitutivo de la cosa viva orgánica, con ello pasa también a segundo plano. La causa privilegiada en la explicación de lo viviente causado es la causa eficiente y el aspecto que adopta en el planteo de Kant es ya muy cercano a las manifestaciones actuales de la explicación de lo vivo: la causa de un determinado organismo vivo en cuestión, de su forma, de su funcionamiento, de su estructura, desarrollo y/o actividad propia es un germen, predisposición, límite preformado, alma o forma de la especie, localizada fuera del organismo vivo recién generado, esto es, en el organismo vivo que le antecede (causa/efecto): padre o ancestro.

La organización de lo vivo por medios mecánicos como los recién referidos atiende sin duda la «aporía de la causalidad final» así como el problema de la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/ explanans*» pero deja inatendido el problema de la justificación del *origen* de la direccionalidad y propiedad de lo vivo, tarea que, como veremos, parece que la selección natural procura atender en algunas de sus versiones. De cualquier modo, el mismo enigma que encierra al poder formativo o principio vital cuestiona a la selección natural ¿cómo es que se trata de una instancia natural si son cada uno inmateriales, si no son medibles ni cuantificables salvo sus efectos? ¿Tendrían que ser naturales en el mismo sentido en que es natural aquello simple, divino e inmaterial, esto es, el alma, fin o forma en sentido antiguo y aristotélico? Lo que queda sin explicar cuando se prescindir de entidades como el alma, el primer moviente, el poder formativo o la selección natural es precisamente el *origen* de la vida y de lo vivo: el origen de la tendencia hacia la estructura funcional, hacia la (auto)generación, mantenimiento y preservación, el origen de la tendencia del desarrollo de lo vivo hacia un resultado predeterminado, el origen de las primeras especies, y, en suma, el *origen* de la unidad, orden y actividad propia de lo viviente.

En este punto de nuestra secuencia histórica surge la idea de organismo. Lo vivo orgánico se justifica por medio de mecanismos subordinados a un fin, propósito o función así como a un poder formativo epigenético que opera en afinidad a leyes naturales mecánicas, esto es, lo vivo orgánico es causa y efecto de sí mismo considerado como un fin que determina mecanismos. El embrión de un árbol individual tiende a un resultado predeterminado en lo que a sus estructuras materiales y funciones respecta, el factor direccional lo aporta la finalidad de la mano con el poder formativo. Éstos, como si dieran cuenta de aquello interno y dado en la entidad viva, dirigen los cambios y movimientos que acontecen en el embrión, dirigen la

materia y orquestan los mecanismos que eventualmente logran el organismo vivo desarrollado. Lo que sucede en el desarrollo del embrión de un árbol individual aparece como completamente distinto de la progresión de un cristal, en el caso del embrión orgánico el proceso parece estar dirigido desde dentro y su operación se resiste a la determinación externa. No es mera inercia ni mecanismo suelto lo que allí ocurre.

*Con* la idea de organismo las causas eficientes y la causas finales de lo vivo se escinden, ya no convergen, de hecho, hay un ascenso o promoción de la causa eficiente y, en cierto sentido, hay una renuncia a la causa formal, ésta se vuelve inescrutable.

*Con* la idea de organismo lo vivo orgánico se explica en términos de autodeterminación (generación: reproducción, crecimiento, regeneración; mantenimiento y preservación), se explica desde el sí mismo (cosa viva, órganos, poder formativo, finalidad) y también desde lo otro (sujeto cognoscente, circunstancia o ambiente) pero primordialmente se explica desde la materia y desde el mecanismo. ¿Qué sucede después de la idea de organismo en la concepción de lo vivo?

## CAPÍTULO 3

### TEORÍA EVOLUTIVA: EL GENOMA Y LA SELECCIÓN NATURAL

Los conceptos o principios de organización a través de los cuales biólogos evolutivos contemporáneos comprenden y explican lo vivo son el genoma y la selección natural. Para entender lo que es el genoma y lo que es la selección natural hay que entender primero la serie de problemas que interesa a estos pensadores y las distinciones que establecen entre lo vivo o viviente, las micro y macro estructuras que constituyen al organismo vivo o que lo vivo constituye y el principio que conserva y acumula estructuras funcionales beneficiosas.

Por teoría evolutiva actual—como una manifestación reciente en la explicación de lo vivo—entiendo la síntesis de cuatro aspectos centrales que dan cuenta de lo vivo tomando en cuenta las observaciones y los descubrimientos empíricos de por lo menos los últimos ciento cincuenta años, comenzando con las aportaciones de Charles Darwin en 1859 y terminando con los análisis de autores como John Zammito y John Beatty en el siglo XXI. Los cuatro aspectos cardinales de lo que entendemos por teoría evolutiva actual y que coinciden con la llamada “síntesis moderna extendida” son: (1) las aseveraciones o pretensiones clave de la teoría evolutiva de Darwin (2009 [1859]): (i) descendiente vivo con modificación o variación en sus estructuras y actividades, esto es, la producción de variaciones en la estructura y actividad de lo viviente; (ii) eliminación, conservación, acumulación de variaciones beneficiosas *versus* perjudiciales (Richards, 1992; Beatty, 2016); (2) el consenso fundamental de explicar el orden discernido en los procesos orgánicos por medio de causas eficientes (Zammito, 2006); (3) la incorporación de la célula como micro estructura de lo vivo a nivel sub-organismo o bien como unidad viva, incluyendo su descubrimiento en 1830, el proceso de diferenciación celular y desarrollo embrionario y el proceso de división celular o mitosis de 1827 a 1841, el descubrimiento del núcleo celular en 1870 y del proceso de meiosis de 1883 a 1930 (Ansell Pearson, 1999; Wilmut *et.al.*, 2000); (4) la incorporación del gen, material genético o genoma como micro estructura de lo vivo a nivel sub-organismo y presunto mecanismo de herencia, desarrollo y producción de las variaciones—sean perjudiciales o accidentalmente beneficiosas—en la estructura y actividad de lo vivo sobre las que la selección natural actúa eliminándoles, conservándoles y/o acumulándoles (Beatty, 2016), incluyendo su teorización de 1859 a 1930, su descubrimiento de 1944 a 1953 (Vischer y Chargaff, 1948; Chargaff, 1950; Watson y Crick, 1953; Keller, 2000; 2002), la determinación de sus propiedades agenciales de 1885, 1889, 1934 y 1943 a 1961 y 1963 (Keller, 2000; 2002), los procesos de mutación y recombinación introducidos desde 1906 (Godfrey-Smith, 2014), así como la internacionalización y el enriquecimiento de sus modelos de 1990 al 2003 y 2016<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Para una historia de la teoría evolutiva y los debates en torno al principio de la selección natural consúltese “The Creativity of Natural Selection? Part I: Darwin, Darwinism, and the Mutationists” de John Beatty (2016). Y para una historia de la genética como disciplina y del gen como unidad de herencia consúltese “Metaphors: Genes and Developmental Narratives” y “Genes, Gene Action, and Genetic Programs” en *Making Sense of*

El problema al que se enfrentaron figuras como Darwin en el siglo XIX fue dar cuenta de la estructura funcional de lo vivo—estructura *aparentemente* diseñada y, por ende, con propósito<sup>14</sup>—sin apelar a la intervención divina, a la te(le)ología o a Dios (Godfrey-Smith, 2014). La herencia, como puede vislumbrarse, es claramente kantiana y positivista (reconoce las limitantes de los principios metafísicos finalistas y admite solamente el conocimiento empírico y objetivo al que aspira la ciencia). De hecho, en el siglo XX, la respuesta a este problema es un consenso fundamental de explicar el orden discernido en los procesos orgánicos por medio exclusivo de causas eficientes así como una aspiración por traducir y reducir la causalidad teleológica (finalista) a una causalidad eficiente o mecánica (Zammito, 2006). En otras palabras, parece que el problema que la teoría evolutiva atiende es, de entrada, la «aporía de la causalidad final» encumbrada sobre la defensa de una ciencia natural.

La serie de problemas que se suma y se fusiona con el problema central de la teoría evolutiva es extensa y tiene una larga tradición pero acaso puede resumirse, de acuerdo con la orientación de este trabajo de tesis, en tres cuestionamientos nodales: (1) cómo explicar en su *origen* la direccionalidad ventajosa que han adoptado las estructuras y actividades de lo vivo, misma que permite la regulación, mantenimiento, preservación, generación y desarrollo predeterminado y (relativamente) favorable de lo viviente; (2) cómo explicar la estructura funcional (*reciente*) de lo vivo atendiendo a la vez la «aporía de la causalidad final» y la distinción «causa/causado» y/o «*explanans/explanandum*»; (3) cómo determinar los límites de lo vivo. Los cuestionamientos (1) y (2) corresponden a problemas ya presentes en la teoría hilemórfica o en la teoría finalista, de Aristóteles

---

*Life. Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines* y “Capítulo I. Lenguaje y ciencia: la genética, la embriología y el discurso de la acción de los genes” y “Capítulo II. Moléculas, mensajes y memoria: la vida y la segunda ley” en *Lenguaje y vida. Metáforas de la biología en el siglo XX* de Evelyn Fox Keller (2000; 2002). En algún sentido, la historia de la selección natural y del genoma comienza, curiosamente, aunque siguiendo cursos muy distintos, en el mismo año—1859—tras el viaje a bordo del *Beagle* del naturalista Charles Robert Darwin y los experimentos del monje Gregor Johann Mendel en el monasterio agustino de la Abadía de Santo Tomás.

<sup>14</sup> Algunos autores como Peter Godfrey Smith (2014) se preguntan precisamente cuál es la relación entre la biología moderna y algunos conceptos “teleológicos” como el de propósito o función: “[t]he family of ‘teleological’ concepts includes the concepts of *goal*, *purpose*, and *function*. The function of something is what it is *for*. A goal is an outcome that something’s behaviors are *aimed* at or *directed* toward. Many activities of living organisms seem to be directed toward goals, and many of their parts seem to be for something. What is the relationship between modern biology and this way of thinking about living things?” (p.59). Al respecto, el referido filósofo de la ciencia, identifica cuatro posturas o modos de relación: “[1] first view, intelligent agents do have goals and intentions, but these agents are physical systems and their intentions are inner states that guide behavior. Darwinism explains why it *seems* that other living structures pursue goals, when in fact only blind mechanical forces are operating. Evolution is purposeless, organisms and their parts are not *for* anything, and teleology is an illusion except in cases where an intelligent agent is making choices for reasons. [2] A second view is that evolutionary theory showed that although God or some other supernatural factor is not the *source* of the functions and goals of biological structures, these properties nonetheless can be real. When some trait or structure has been selected for and maintained because it has effect X, it has effect X as its function. This applies to the traits of plants and bacteria as well as intelligent organisms. Modern biology has replaced one source of teleological properties with another (...). [3] A third view, a middle road, is that teleological thinking is part of a ‘stance’ that we apply, a way of looking at things and explaining them. (...) We pretend that some physical objects were designed by an agent with intentions, and that the parts of these systems have functions and the activities of the system have goals, even though we know there was no real designer. We say these things because they are often useful. [4] Views that contrast more sharply with these [1-3] hold that teleological explanations are valuable, perhaps indispensable, while being in no way reducible or explainable in terms of ordinary physical causation” (pp.60-61).

y Kant respectivamente, problemas que alcanzan a Darwin y a biólogos evolutivos contemporáneos, mas el cuestionamiento (3) instituye un cuestionamiento novedoso en el gran problema de lo viviente.

En cuanto al problema de los límites de lo vivo, (3), cabría mencionar un par de cosas. Primero, parece que para Kant y para Aristóteles no hay duda de que lo vivo orgánico es la planta, el animal y el humano: el cuerpo ordenado u organismo y la actividad organizada conforma la unidad *per se* de lo viviente natural sensible y terrenal. Para Darwin, lo vivo también es el organismo y parece que la estructura biológica más pequeña que toma en cuenta es el órgano—aunque para entonces ya habrían acontecido el descubrimiento de la célula como entidad material e incluso especulaciones sobre organismos unicelulares presentes en el *origen* de la vida (Darwin, 2009 [1859]; Ansell Pearson, 1999). No obstante, la teoría evolutiva actual, como hemos visto, ha tenido que hacerse cargo de la incorporación de nuevas unidades biológicas posiblemente vivas: la célula y el gen, material genético y/o genoma. El descubrimiento y la incorporación de dichas micro estructuras de lo vivo a nivel sub-organismo han acarreado series de debates respecto al carácter o capacidad agencial del material genético *versus* citoplasma celular (Keller, 2002), parece que el material genético tiende a preservarse pero no es capaz de (auto)reproducción o (auto)replicación ni de cualquier otra acción estrictamente por sí mismo (Keller, 2000), y, aunque con la teoría evolutiva volvemos a un terreno ontológico y no preponderantemente epistemológico, no habría que perder de vista la analogía y proyección de la que Kant advierte y que incluso algunos biólogos contemporáneos denuncian, es decir, la su(per)posición y aplicación de la estructura de lo humano actuante—en sentido práctico moral y técnico—en la estructura de lo orgánico y de lo biológico (*e.g.* gen, material genético, genoma, citoplasma, célula). Segundo, los límites de lo vivo parecen tener una repercusión directa sobre el concepto de organismo, de población y de especie, y, con especial urgencia, detonan la pregunta ‘¿sobre qué actúa la evolución y la selección natural?’ (Godfrey-Smith, 2014).

Respecto al cuestionamiento nodal (2), cómo explicar la estructura funcional (*reciente*) de lo vivo atendiendo a la vez la «aporía de la causalidad final» y la distinción «causa/causado» y/o «*explanans/explanandum*», la teoría evolutiva toma varias estrategias. En primer lugar, recurre a una secuencia de causas eficientes:

The presence of function in a given item or trait token is the causal result of the contribution of earlier tokens of the same type to the reproductive success of the organism. Because earlier tokens of the type establish its causal efficacy, the presence of the latest token is the outcome of an efficient causal sequence, escaping the ‘backward causality’ that made teleology unacceptable (Zammito, 2006, p.751).

Esta secuencia mecánica, permite traducir y reducir la causalidad teleológica (finalista) a una causalidad eficiente, pues, en cada caso, se sigue una sucesión lineal en el tiempo que va de causas externas (ancestro o padre viviente) a efectos (lo vivo *reciente* y su función). No sólo la «aporía de la causalidad final» es atendida sino que se reduce a un grado mínimo la intervención del fin como causa, de tal modo que a la vez se exhibe una nítida distinción entre el ancestro que alguna vez

vivió o el progenitor vivo como causa y lo viviente causado o aquello a explicar. De hecho, en este marco se sitúa la discusión sobre el concepto de función entre la noción etiológica centrada en causas cronológicas previas y la noción de “rol causal” enfocada en efectos posteriores—estructura y actividad, fin, propósito o función de lo vivo (Zammito, 2006; cfr. Godfrey-Smith, 2014).

En segundo lugar, la teoría evolutiva recurre a una teoría de la herencia. Si el ancestro que alguna vez vivió o el progenitor viviente es la causa eficiente que explica la estructura funcional de lo vivo causado o efectuado entonces ¿cómo hereda tales estructuras y actividades? ¿cuál es el mecanismo de herencia? Esta estrategia no se hace cargo del *origen* de la estructura funcional en la medida en que se agota el recurso retrospectivo hacia el ancestro de la misma especie pero permite explicar la estructura funcional *reciente* de lo vivo y atender el problema de la «aporía de la causalidad final» tanto como el problema de la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*». La teoría de la herencia se concreta en la serie de mecanismos ejecutados por el genoma o bien a través de una versión mecánica—natural, material y de causalidad eficiente—de la selección natural que parece trasladarse con el esquema del genoma<sup>15</sup>.

En tercer lugar, respecto al cuestionamiento nodal (2), cómo explicar la estructura funcional (*reciente*) de lo vivo atendiendo a la vez la «aporía de la causalidad final» y la distinción «causa/causado» y/o «*explanans/explanandum*», la teoría evolutiva recurre a una teoría de producción de variaciones. Como hemos ya apuntado, las aseveraciones o pretensiones clave de la teoría evolutiva de Darwin (2009 [1859]) son (i) descendiente vivo con modificación o variación en sus estructuras y actividades, esto es, la producción de variaciones en la estructura y actividad de lo viviente y (ii) eliminación, conservación, acumulación de variaciones beneficiosas *versus* perjudiciales. Estas aseveraciones ocasionan un debate acerca del carácter creativo o productivo en contraste con un carácter meramente selectivo o filtrador de la selección natural (Godfrey-Smith, 2014; Beatty, 2016), por lo que, la teoría de la producción de variaciones se concreta en la serie de mecanismos ejecutados por el genoma (especialmente los procesos azarosos de mutación y mezcla o recombinación de genes) y por el ambiente (especialmente los procesos de simbiogénesis y epigénesis), o bien, a través de una versión finalista—trascendental, inmaterial y de causalidad teleológica—de la selección natural.

En cualquier caso habría que dar cuenta de la micro estructura *funcional* que es el genoma como conjunto de genes y material genético, asunto que puede lograrse por dos medios históricos: el mecanismo ciego azaroso que resulta accidentalmente en

---

<sup>15</sup> A lo largo de este capítulo insistiré en lo que pareciera ser un fenómeno de traslape entre el concepto del genoma y el concepto de la selección natural en alguna de sus versiones teóricas. Con esto quiero decir que, en algunas manifestaciones discursivas, es como si el genoma tuviese una dimensión finalista y directriz que se traslapa con el esquema de la selección natural a la vez que la selección natural exhibe una dimensión mecánica que se traslapa con el esquema del genoma. Para un recuento de la capacidad directriz atribuida a los genes y al genoma respecto al desarrollo del organismo consúltese Evelyn Fox Keller (2002): “Genes, Gene Action, and Genetic Programs” en *Making Sense of Life. Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines*. La dimensión finalista de la selección natural irá aclarándose conforme el capítulo se despliega, especialmente queda anotada hacia el final del apartado “Genoma mecánico y selección natural directriz”.

una estructura ventajosa y la direccionalidad que aporta la selección natural como entidad que elije y *acumula* estructuras y actividades *beneficiosas* para lo vivo a través del tiempo. Desde aquí, parece que la mancuerna teleomecánica tendría que seguir vigente, sea en términos llanamente constitutivos o regulativos y heurísticos, para decirlo con Kant. Es decir, parece que un par de estructuras beneficiosas para lo vivo sí puede explicarse a través de medios exclusivamente mecánicos y azarosos, esto es el mecanismo ciego. Mas, en ese camino ciego, poco probable es la producción de una(s) estructura(s) y actividad(es) de lo viviente como la(s) que corresponde(n) a lo vivo relativamente *reciente*, tomando en cuenta los tres mil millones de años de vida en la Tierra y los 542 millones de años de vida animal (Ayala, 2009; Godfrey-Smith, 2014). No es claro cómo sin dirección (*e.g.* eliminación, elección, acumulación) y a través de puros accidentes se arriba a un desenlace como la estructura funcional de lo vivo, una estructura que da la apariencia de diseño y, por ende, con propósito (*e.g.* regulación, mantenimiento, preservación, generación y desarrollo predeterminado) *cuando menos aparente*. Lo que la vertiente mecanicista tendría que explicar es cómo se llega de la estructura inerte a la estructura funcional viva y cómo se demuestra que la estructura inerte y no la estructura funcional viva, si bien en una versión menos compleja, preexiste, precede y está en el *origen* de lo vivo (Monod, 1971 [1970]; cfr. Darwin, 2009 [1859]). Mientras tanto<sup>16</sup>, el recurso a la selección natural como entidad finalista que da cuenta de la direccionalidad *beneficiosa, acumulativa*, de la estructura y actividad de lo vivo parece inevitable.

El tema de la direccionalidad ventajosa *acumulada* coincide precisamente con el cuestionamiento nodal (1) de la teoría evolutiva: cómo explicar en su *origen* la direccionalidad ventajosa que han adoptado las estructuras y actividades de lo vivo, misma que permite la regulación, mantenimiento, preservación, generación y desarrollo predeterminado y (relativamente) *favorable* de lo viviente. Aquí no sólo se trata de dar cuenta de la estructura y actividad *reciente* de lo vivo sino de las primeras estructuras y actividades vivientes, lo que hace saltar la siguiente pregunta: ¿el ejercicio *retrospectivo* sobre la línea temporal que va de causas externas (ancestro o padre viviente) a efectos (lo vivo *reciente*) conduce necesariamente al *origen*? ¿qué hay cuando se agota el recurso retrospectivo hacia el ancestro?

---

<sup>16</sup> No hay que perder de vista experimentos científicos como la producción de urea a partir de, lo que químicos contemporáneos consideran, compuestos “inorgánicos” pues, parece que la urea no solamente es un compuesto “orgánico”—mas sin enlaces covalentes entre carbono e hidrógeno—presente en el desecho del organismo vivo (*e.g.* mamíferos) sino un compuesto presente en el metabolismo de otros compuestos presentes en los animales. Sin embargo, no parece suficiente para explicar la brecha entre la estructura inerte y la estructura funcional viviente porque la urea podría representar un mero educto que la entidad efectivamente viva o el organismo vivo *asimila, transforma y reconfigura*, para decirlo con Kant, o un «cambio de materia» donde gracias a la *physis* de un ente (vivo) un elemento disponible como el agua, el aire o la luz, pasa a ser un elemento adecuado para aquella (*e.g.* alimento), en palabras de Heidegger. Tampoco parece satisfactorio suponer un “primer replicador” que posee ya la *capacidad* de replicarse por sí mismo sin explicar a detalle cómo es que esta capacidad se adquiere mecánicamente desde lo inerte. Así, los relatos sobre el origen de la vida tendrían que analizarse en este sentido... porque se habla a menudo, en ciencia y filosofía, de saltos cualitativos, mutaciones ontológicas y alteraciones en la naturaleza esencial (González Valenzuela, 2017) pero estos suelen quedar inexplicados. Aquí habría que preguntar ¿es comparable el tipo de (dis)continuidad que va de una especie a otra o de un embrión no integrado a uno propiamente integrado (*e.g.* del cigoto o embrión unicelular a la mórula y de la mórula a la gástrula pasando por la blástula hasta llegar al feto) con el tipo de (dis)continuidad que va de lo inerte a lo vivo?



En otro orden de ideas que tienen que ver con la direccionalidad finalista y la secuencialidad causal eficiente como elementos constitutivos de la teoría evolutiva actual habría que dejar anotado el debate que confronta a biólogos evolutivos y biólogos del desarrollo. Por un lado están los biólogos evolutivos “seleccionistas” que, en alguna de sus versiones, se valen de la selección natural como principio o causa externa de lo vivo (una especie de forma en el ancestro o padre viviente), tal como los genetistas que se adhieren a este esquema explicativo, y, por otro lado, están los biólogos del desarrollo, sean fisiólogos o embriólogos, que demandan un principio interno que dé cuenta de la *auto* dirección, *auto* regulación, *auto* generación (nutrición, crecimiento, regeneración autónoma y desarrollo predeterminado), *auto* preservación y *auto* organización de lo vivo. Parece que el fenómeno del desarrollo de lo viviente es aquello que hace de la direccionalidad finalista la justificación más tentadora—sea en sentido ontológico y constitutivo o en sentido epistemológico y heurístico—en la tarea de dar cuenta de la estructura funcional de lo vivo. En palabras de John Zammito (2006), quien sigue a Lewens, McLaughlin, Griffiths y Gray, está la cuestión de si la selección natural y su secuencia *inter*generacional o el desarrollo *intra*generacional (junto con su causa) detenta el papel protagónico a la hora de explicar la forma de lo vivo. Por un lado, no parece que una secuencia mecánica de causas eficientes, que explica la presencia de una determinada estructura funcional o “token” *reciente* en lo vivo (causado o efectuado) a través de un ancestro que pertenece al mismo “tipo” o especie (causa), en tanto recurso que eventualmente se agota, pueda dar cuenta de los sistemas fisiológicos y de desarrollo, en suma, de los sistemas de (auto)regulación, presentes en los organismos individuales:

The type/token distinction is of no use in the physiological context, and the question of ‘backward causality’—or better, of *holistic* causality—becomes unavoidable. ‘The notion that the whole can be temporally prior to the parts and thus have a causal impact on them brings up the problem of holistic causality’ (...). And ‘juggling types and tokens won’t solve this problem’, because we are caught up with the specific token (Zammito, 2006, p.752).

Es como si la tarea del fisiólogo o biólogo del desarrollo exigiera explicar o justificar el *origen* de lo vivo y de la vida: ¿cuál es la causa del desarrollo del embrión hacia un organismo individual capaz de reproducirse, crecer, regenerarse y (auto)regularse? Y si la causa es un organismo individual anterior ya desarrollado con estas capacidades ¿cuál es la causa del desarrollo del embrión de ese organismo anterior? Y si la causa es la asociación de dos entidades vivas anteriores o de modo simple una entidad viva anterior que se transforma ¿cuál es la causa de cada una de esas entidades en cuanto vivas? ¿Por qué (da la impresión de que) se *auto* generan y *auto* preservan? Por otro lado, parece fundamental establecer el límite o conjunto de constricciones del desarrollo presentes en la estructura del organismo vivo antes de establecer la agencia de la selección natural, pues, en algunas versiones, ésta actúa sobre aquel (Zammito, 2006). Este límite interno a la cosa viva que se desarrolla podría ser mecánico—(re)abriendo el problema de la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*»—y, siguiendo a la disciplina genética, podría corresponder al genoma como conjunto de genes y material genético: un *set* de genes que causa una cadena de reacciones, por ejemplo, químicas, que causan el ensamble de rasgos o estructuras y actividades que

producen al organismo vivo como efecto o producto final (Keller, 2002). Pero este límite también podría ser otra cosa, por ejemplo, algo propuesto desde el ámbito de la embriología *per se* o a partir de la observación de embriones en desarrollo. De momento, la disputa entre un principio interno y un principio externo a la cosa viva como causa de su estructura y actividad (relativamente) *beneficiosa* queda en suspenso, tomando en cuenta no solamente la versión externa y no productiva de la selección natural sino también las presiones y procesos ambientales como la simbiogénesis y la epigénesis.

De hecho, tomando en cuenta lo dicho hasta aquí, parece que la evolución por selección natural se debate el protagonismo causal respecto a la estructura y actividad ventajosa para sobrevivencia o preservación de lo vivo—causado o efectuado—con las siguientes presuntas agencias causales: el genoma en tanto efectuado por mecanismos y leyes naturales, por ejemplo, fisicoquímicas, así como por azar (*e.g.* deriva génica en procesos de mutación y mezcla o recombinación de genes), aunque la estructura *reciente* del genoma podría estar causada también por algo que le dio (/permitió su) dirección hacia lo útil, *beneficioso*, ventajoso, de manera *acumulada* u otro principio que dé cuenta de la iteración del acontecimiento poco probable (iapp); la presión del ambiente, por ejemplo, procesos epigenéticos cuya influencia va del gen al organismo y modifican la actividad de lo vivo o sus partes sin cambios estrictos en los genes, por un lado, o en el organismo como tal, por otro, según el nivel estructural en cuestión, por ejemplo: las condiciones químicas del núcleo y citoplasma celular o las condiciones lumínicas de un lugar geográfico (Darwin, 2009 [1859]; Wilmot *et.al.*, 2000; Wilmot y Highfield, 2006), o bien, procesos simbiogenéticos que permiten la asociación de dos o más entidades vivas en un ambiente particular; la contingencia en términos de catástrofes ambientales y de lo que los “revisiónistas” llaman “historia de vida” (Gould y Lewontin, 1979; Gould, 1989) o en términos de oportunidades, peligros y *tradeoffs* (Pepper y Herron, 2008) e incluso en términos de la contingencia propia del mecanismo ciego o azar; y, por último, el límite que determina y constriñe a las primeras entidades vivas cuyas estructuras y actividades *originales* es aquello sobre lo que la selección natural actúa (eliminando, eligiendo, acumulando). Tal límite podría ser, en parte, la selección natural misma—dependiendo la versión teórica—e incluso alguna versión rudimentaria del genoma pero también podría ser una entidad trascendental o inmaterial aparte de la selección natural de tal modo que ésta pueda actuar sobre aquella. Desde este abanico de visajes y malabarismos se intenta dar cuenta de lo vivo en la teoría evolutiva actual como manifestación reciente en la explicación de lo vivo.

En suma, parece que los diferentes modos de atender los diferentes problemas que interesan a la teoría evolutiva desembocan en un espectro de versiones distintas del principio de la selección natural así como en roles distintos que el genoma tendría que desplegar. De entre todo este horco de problemas, cuestionamientos, disputas y debates, los desafíos más grandes que la teoría evolutiva tiene que enfrentar se juegan entre los comentarios de sus “revisiónistas”. En este sentido, John Zammito (2006) abrevia los retos que incordian a la teoría evolutiva actual.

Más acá de las dudas en torno al modelo progresivo o de optimización de la teoría evolutiva, hay serios “escrúpulos” sobre la reconstrucción histórica retrospectiva que una explicación de lo vivo como ésta supone: “it is very difficult on the basis of present ‘adaptiveness’ [*e.g.* pigeons wings to fly] to infer both the environmental pressures and the adaptational sequences out of which present organisms arose” (Zammito, 2006, p.751). El texto emblemático para entender esta dificultad es el conocido artículo de Stephen Jay Gould y Richard Charles Lewontin (1979) “The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme”. Estos autores, además de otros como Lewens, hacen evidente que múltiples historias o secuencias causales son construibles para uno y el mismo rasgo o estructura y actividad de lo vivo. Además, muchas combinaciones de “conjuntos fenotípicos”, rasgos o estructuras y actividades vivientes, son compatibles para reclamar el título a “el mejor o más apto” de las variantes disponibles. Y habría que agregar que no solamente hay rasgos de lo vivo que pueden convertirse en o dejar de ser beneficiosos conforme los ambientes cambian sino que los organismos son capaces de modificar su ambiente (Zammito, 2006; Odling-Smee *et.al.*, 2013; Ellwanger y Lambert, 2018).

He señalado en cinco cuartillas la serie de problemas que interesa a Darwin y a biólogos evolutivos contemporáneos así como el modo en que comienzan a considerarle. Las distinciones que establecen entre lo vivo o viviente, las micro y macro estructuras que constituyen al organismo vivo o que lo vivo constituye y el principio que conserva y acumula estructuras funcionales beneficiosas se insertan en el problema de dar cuenta de la estructura funcional de lo vivo—estructura *aparentemente* diseñada y, por ende, con propósito *cuando menos aparente*—sin apelar a la intervención divina, a la te(le)ología o a Dios, aunque bien, a fin de cuentas, apelando a ellas del modo más mínimo, naturalizado y reducido posible (Lennox, 1993; Zammito, 2006; Ayala, 2009; cfr. Ghiselin, 1994). En resumen, se recurre al genoma y a la selección natural en aras de atender dicho problema.

Para decirlo pronto, en la teoría evolutiva la vida parece ser la función, propósito, fin o actividad de lo viviente o vivo y, junto a ésta, su persistencia en términos de la lucha por la vida. Por ejemplo, la nutrición de un animal o una planta, la sensación y el desplazamiento de un animal o insecto o la actividad de alguna de sus partes: el planeo de una ardilla voladora o de sus solapas, el volar de un murciélago o el aleteo de su ala, la vista de un topo o un insecto. Dicho brevemente, la *nutrición*, el *desplazamiento* y la *percepción* es vida en tanto cada cual es una expresión de la función que persiste. En rigor, el foco de la teoría evolutiva parecería estar en la estructura de lo vivo, si bien funcional, y no en lo viviente o las funciones efectivamente realizadas. Dicho de otro modo, aunque Darwin y biólogos evolutivos contemporáneos colocan el énfasis en la estructura funcional de lo vivo ya no hay un esfuerzo por distinguir la vida como acto y realización efectiva de una determinada actividad, determinado movimiento o cambio, lo vivo, o, en contraste, la vida, como capacidad, facultad, aptitud o potencia, y, finalmente, lo viviente como lo vivo capaz efectivamente realizando su actividad presuntamente característica. De modo más pronunciado que en la teoría finalista de Kant, en la teoría evolutiva la vida y lo vivo se presentan casi como sinónimos. Lo

vivo es el ente orgánico y sus partes. Por ejemplo: “el pájaro carpintero, con sus patas, cola, pico y lengua tan admirablemente adaptados para capturar insectos bajo la corteza de los árboles” o “el muérdago, que saca su alimento de ciertos árboles, que tiene semillas que necesitan ser transportadas por ciertas aves y que tiene flores con sexos separados que requieren absolutamente la mediación de ciertos insectos para llevar polen de una flor a otra” (Darwin, 2009 [1859], pp.36-37). Pero, tras el descubrimiento de nuevas unidades biológicas, micro y macro estructuras que constituyen al organismo vivo o que lo vivo constituye, por ejemplo, la célula y el gen, material genético o genoma, la unidad de vida fundamental se debate. Por último, el principio que conserva y acumula estructuras funcionales beneficiosas para (o bien, que accidentalmente permite) la sobrevivencia o preservación del ente orgánico, sus micro estructuras y/o especie, es la selección natural. Entonces, tal parece que lo vivo es aquello que posee una estructura funcional para sobrevivir, la selección natural es aquello que conserva y acumula estructuras funcionales que tienden hacia lo mejor de acuerdo con los límites de lo vivo en cuestión y su ambiente, y la vida es la función, propósito, fin o actividad persistente de lo vivo o viviente: la *nutrición* de un parásito, el *vuelo* de un murciélago, la *vista* de un ojo rudimentario.

*Entidad viva: estructura que funciona*

¿Qué es lo vivo en la teoría evolutiva actual? Hemos dicho ya que lo vivo es lo que posee una estructura funcional persistente y que la planta, el animal, los insectos y los parásitos son ejemplos de lo vivo. La entidad viva tendría que ser aquella que sobrevive, se perpetúa asistiendo condiciones de vida orgánicas e inorgánicas, y aquello que eventualmente podría contar con un progreso en su organización, en la mayoría de los casos, pues la selección natural actúa sobre ello: ¿población o especie, organismo, órgano, tejido, célula, genoma, material genético, gen? Antes bien, convendría hablar aquí de lo vivo y sus opuestos, de lo (in)orgánico y de contrastes categoriales similares.

No hay quizá un reconocido pasaje en *El origen de las especies por medio de la selección natural* donde se establezcan con claridad y firmeza los límites y/o colindancias entre la categoría de lo vivo orgánico, lo inerte o los cuerpos simples y lo técnico o artefactual—tal como en los escritos de Aristóteles y Kant—pero acaso las siguientes líneas puedan ser tanto luminosas como emblemáticas en dicho sentido:

La forma de un cristal está determinada únicamente por las fuerzas moleculares, y no es sorprendente que sustancias desemejantes hayan de tomar algunas veces la misma forma: pero para los seres orgánicos hemos de tener presente que la forma de cada uno depende de una infinidad de relaciones complejas, a saber: de las variaciones que han sufrido, debidas a causas demasiado intrincadas para ser indagadas; de la naturaleza de las variaciones que se han conservado o seleccionado—y esto depende de las condiciones físicas ambientes, y, en un grado todavía mayor, de los organismos que rodean a cada ser, y con los cuales entran en competencia—y, finalmente, de la herencia—que en sí misma es un elemento fluctuante—de

innumerables progenitores, cada uno de los cuales ha tenido su forma, determinada por relaciones igualmente complejas (Darwin, 2009 [1859], p.136).

Por el modo en que Darwin se refiere a los “seres orgánicos” o “seres vivientes” y a las “especies” en *El origen...* parece que se adhiere, hasta cierto punto, a lo dicho hasta entonces respecto a lo vivo u orgánico, en especial lo dicho por Kant. Los seres orgánicos, a diferencia de los cristales, están determinados por fuerzas adicionales a las fuerzas moleculares. En Kant, dichas fuerzas adicionales corresponden a una legalidad finalista en términos del poder formativo y, en la teoría evolutiva, estas fuerzas adicionales son: el principio de la herencia, el principio de la producción de variaciones y la red compleja de relaciones entre lo viviente orgánico (ancestro o progenitor, competidores y aliados vivos) en sus ambientes.

No parece que Darwin asuma la idea de organismo como fin natural “causa y efecto de sí mismo” en todos sus aspectos teleomecánicos y, en rigor, con todas sus consecuencias y connotaciones kantianas pero admite las características de lo vivo orgánico presentes—*cuando menos en apariencia*—en la observación empírica: (auto)generación y (auto)preservación, es decir, nutrición, crecimiento, regeneración y, especialmente, reproducción. El organismo vivo posee “órganos” y con ello se admite que la entidad viva no es un agregado constituido de partículas cuya posición de los componentes es insustancial (*e.g.* el cristal) sino un todo conformado por partes cuyas relaciones son recíprocas<sup>17</sup> (*e.g.* la planta, el animal, el parásito).

Darwin no recurre precisamente al control interno del movimiento y del reposo o su dirección, a la inercia ni a la capacidad de movimiento desde una causa que no es externa, tampoco recurre a la entidad que conoce lo vivo en orden de establecer las distinciones propias entre lo orgánico y lo inorgánico. En lugar de repetir el planteo aristotélico o kantiano se vale del principio de la selección natural como una fuerza aplicable a lo vivo orgánico y distintiva de ello mismo. ¿Qué relaciones guarda el concepto de la selección natural con conceptos como el alma, el primer moviente, la finalidad, el poder formativo y el sujeto cognoscente en tanto principios?

Por otro lado, parece que tanto Darwin como biólogos evolutivos contemporáneos privilegian conspicuamente las causas eficientes o mecanismos (causa/efecto) en la explicación de la entidad viva (Zammito, 2006) mientras ejecutan una defensa de la ciencia natural de un modo casi confundible con el kantiano: ese que reduce a un grado mínimo la causalidad teleológica (finalista) o la injerencia supra sensible y concede a la naturaleza la oportunidad de producir sus propios efectos en afinidad con leyes naturales (Fisher, 2014). Así, la entidad viva en la teoría evolutiva es un efecto.

---

<sup>17</sup> El debate contemporáneo en biología respecto a los límites del concepto de organismo considera cinco criterios: (1) genoma o código genético, (2) sistema inmune, (3) metabolismo, (4) reproducción y (5) integración funcional (Pepper y Herron, 2008; Godfrey Smith, 2014). Puesto que los criterios (1-4) implican el criterio (5), parece que en la actualidad también se admite el postulado kantiano de las relaciones recíprocas entre las partes y entre éstas y el todo orgánico bajo las reservas de una acepción ontológica y constitutiva, o bien, epistemológica, regulativa y heurística.

Como hemos visto, la teoría evolutiva toma como estrategia una secuencia mecánica que permite traducir y reducir la causalidad teleológica (finalista) a una causalidad eficiente, pues, en cada caso, se sigue una sucesión lineal en el tiempo que va de causas externas (ancestro o progenitor viviente) a efectos (lo vivo *reciente* y su función). En orden de atender la explicación de la estructura funcional (*reciente*) de lo vivo atendiendo a la vez la «aporía de la causalidad final» y la distinción «causa/causado» y/o «*explanans/explanandum*» la selección natural va a tener una versión mecánica que se traslapa con el esquema del genoma como mecanismo. No obstante, con vistas a atender la cuestión de la explicación de la direccionalidad ventajosa, en su *origen*, direccionalidad que han adoptado las estructuras y actividades de lo vivo, misma que permite la regulación, mantenimiento, preservación, generación y desarrollo predeterminado y (relativamente) *favorable* de lo viviente, la selección natural tendrá también una versión finalista.

En todo caso, el principio de la selección natural, el principio de la herencia, el principio de la producción de variaciones (que bien puede coincidir con los anteriores), la naturaleza propia del organismo vivo y la red de relaciones recíprocas entre los seres orgánicos en sus ambientes, son distintivos causales de la entidad viva efectuada o causada. Recapitulando, la entidad viva está determinada por dichos distintivos causales que *se suman a* pero se *diferencian de* las “fuerzas moleculares” que determinan a entidades como los cristales. La entidad viva no solamente se perpetúa—asistiendo condiciones de vida orgánica e inorgánicas—a través de una estructura funcional persistente cuyas relaciones entre las partes y el todo también son recíprocas sino que, por mor de la selección natural, lo vivo podría contar, eventualmente, con un progreso en su organización en términos de la especialización de sus partes o en términos de la integración funcional de sus partes orgánicas (Darwin, 2009 [1859]; Pepper y Herron, 2008). Si la entidad viva es aquello sobre lo cual la evolución y la selección natural actúan el debate en torno a sus límites sigue vigente: ¿cuál es la unidad fundamental de la vida? ¿el gen, material genético o genoma? ¿la célula o el tejido? ¿el organismo o el órgano? ¿la población o especie? (Godfrey-Smith, 2014).

En conclusión, la entidad viva es aquella que posee una estructura funcional para (/que le permite) sobrevivir, por causa de fuerzas adicionales a las “moleculares”: las presiones de la selección natural, las presiones del ambiente, la herencia y la variación. Y quizá habría que añadir aquí “la naturaleza del organismo” a la que Darwin atribuye, en el capítulo IV de su reconocida obra, la fijación de variaciones “ni útiles ni perjudiciales” en la estructura y actividad de lo vivo. Tal naturaleza podría resultar ser, como hemos visto y como veremos más adelante, aquello sobre lo que actúa, en parte, la selección natural como principio de elección y acumulación de variaciones beneficiosas, en alguna de sus distintas versiones teóricas. Tal naturaleza podría corresponder incluso al límite como agencia causal según lo hemos referido en el apartado introductorio a este capítulo.

*Naturaleza: acción y resultado de leyes naturales*

El foco de la teoría evolutiva no es la naturaleza sino algunas cosas naturales como las leyes naturales, la selección natural y, en concreto, la estructura *funcional* de lo vivo—estructura *aparentemente* diseñada y, por ende, con propósito *cuando menos aparente*. Hoy día, el término “naturaleza” refiere en castellano tanto el conjunto de las cosas naturales como la naturaleza propia de las cosas pero para autores como Darwin quiere decir acción y resultado de leyes naturales:

[E]s difícil evitar el personificar la palabra naturaleza; pero por naturaleza quiero decir sólo la acción y el resultado totales de muchas leyes naturales, y por leyes, la sucesión de hechos, en cuanto son conocidos con seguridad por nosotros (Darwin, 2009 [1859], p.99).

La naturaleza está comprendida en términos de acción y legalidad eficiente, según parece. Sin embargo, no hay pregunta por la naturaleza de la ley natural: ¿qué es una ley en cuanto natural? ¿la ley natural es una relación entre dos fuerzas (sí misma y aquello sobre lo que actúa) o una fuerza externa aplicada de manera indistinta? Tendría que pensarse esta pregunta a través de ejemplos modernos y contemporáneos como la gravedad, la fricción, la atracción y repulsión entre cargas eléctricas de átomos, los enlaces entre átomos, las distancias entre átomos: leyes de Van Der Waals, leyes de Chargaff, etcétera. En cualquier caso, parece que se trata de una relación y ésta suele ser intangible, por lo que vale la pena despresar y repensar el talante metafórico de conceptos naturales y agentes como el de la selección natural:

Otros han opuesto que el término *selección* implica elección consciente en los animales que se modifican, y hasta ha sido argüido que, como las plantas no tienen voluntad, la selección natural no es aplicable a ellas. En el sentido literal de la palabra, indudablemente, *selección natural* es una expresión falsa; pero ¿quién pondrá nunca reparos a los químicos que hablan de las *afinidades electivas* de los diferentes elementos? Y, sin embargo, de un ácido no puede decirse rigurosamente que elige una base con la cual se combina de preferencia. Se ha dicho que yo hablo de selección natural como de una potencia activa o divinidad; pero ¿quién hace cargos a un autor que habla de la atracción de la gravedad como si regulase los movimientos de los planetas? Todos sabemos lo que se entiende e implican tales expresiones metafóricas, que son casi necesarias para la brevedad (Darwin, 2009 [1859], pp.98-99).

Pensadoras como Evelyn Fox Keller (2000; 2002) han avanzado sustancialmente dicha tarea en el terreno de la (bio)química genética y de la física, la historiadora y filósofa de la ciencia señala un claro paralelismo entre la acción genética y la fuerza gravitacional<sup>18</sup> a través de dos ejemplos metafóricos de conceptos naturales como el de la selección natural, ejemplos que,

---

<sup>18</sup> El caso de la acción genética es tan complejo como el de la acción gravitacional, ya que, al ser la brecha léxica doble por lo menos en lo que toca a los años 30 del siglo pasado, esto es, (1) ¿qué hace un gen? y (2) ¿qué es un gen?, un proceso metafórico doble es requerido (Keller, 2002). Para una exposición de la concepción clásica, actual y hermenéutica de la metáfora consúltese “Capítulo II. Hermenéutica y relato de ficción” en *Un tratado de ficción. Ontología de la mimesis* de María Antonia González Valerio (2010).

como hemos visto, podríamos decir que Darwin tenía también en mente al momento de considerar el talante metafórico de su principio más importante. Keller (2002) señala:

Loup Verlet's (...) analysis of Newton's gravitational "force," and especially his reading of definition IV, suggests an even closer parallel with gene action: there too, both the entity (gravity) and its effect (attraction) await definition. Thus, Newton defines the "force" of gravity as follows: "An impressed force is an action exerted on a body in order to change its state." Gravitational force does not reside in bodies: it is "impressed." But impressed by whom? By the hand of God, of course. (...) Newton explains to Bentley that the 'Agent' who is the cause of all the motions in the sky is 'very well skilled in Mechanic[k]s and Geometry'" (...). In turn, having likened the force to an action performed by "the divine Arm," and expressed in mathematical language, Newton finds the very existence of gravity assured (pp.322-323).

Tales ejemplos, trabajados por Keller (2002), evidencian la operación recurrente: definición críptica o ausente del referente (*e.g.* gravedad, gen) y aplicación de la ambigüedad o incoherencia productiva de la metáfora (*e.g.* atracción gravitacional o brazo divino, acción genética). ¿Hasta qué punto se podría establecer un paralelo con la selección natural? Parece que en nuestro caso la selección queda ambigüamente definida pero no así lo natural. La definición de la naturaleza está ausente.

#### *Genoma mecánico y selección natural directriz*

El genoma y la selección natural son los principios de organización a través de los cuales biólogos evolutivos contemporáneos comprenden y explican lo vivo. Veamos los detalles sobre el genoma y después los detalles sobre la selección natural para proyectar en suma una imagen íntegra del tema de la vida en la teoría evolutiva, de antemano sabemos que este tema se enmarca en términos de lo vivo o viviente, las micro y macro estructuras que constituyen al organismo vivo o que lo vivo constituye y el principio que conserva y acumula estructuras funcionales beneficiosas.

El genoma es una (micro)estructura interna a lo vivo orgánico; un principio que permite la transmisión de la herencia de una entidad viva a otra, la transformación de sus micro y macro estructuras y el desarrollo de las mismas, es decir, se trata de un mecanismo de herencia, desarrollo y producción de variaciones. El genoma contiene todo el material genético (ADN) de una creatura viva y con éste viene incluido el número de cromosomas y sets (complementarios) de genes específicos de una determinada especie (Wilmot *et.al.*, 2000).

La historia que va del gen, a los genes, a la acción genética, al programa genético y de éste al genoma hasta llegar al complejo genético como unidad de herencia tiene una larga tradición (Keller, 2000; 2002) pero aquí, en este trabajo de tesis, quizá convenga centrarnos en el genoma como unidad de herencia y conjunto de genes o totalidad del material genético de una entidad viva. En este sentido, hemos de ofrecer un panorama general del sitio en el que se localiza el genoma en distintos



niveles sub-organismo, un panorama de sus correlatos biológicos, de las actividades de corto alcance que se le atribuyen así como de las actividades de largo alcance que se le asignan.

El genoma constituido de ácido desoxirribonucleico (ADN) produce ácido ribonucleico (ARN) que produce aminoácidos que producen proteínas, así, este complejo genético<sup>19</sup>, conforma la base de la vida en la Tierra según el modelo de Crick, autor del llamado “dogma central” de la biología molecular (Wilmot *et.al.*, 2000). Ya que el ADN progenitor o embrionario provee— a modo de plano, bosquejo, plantilla o instrucciones—lo necesario para elaborar o especificar todas las proteínas que una cosa viva podría requerir, efectivamente representa una molécula muy importante para el acontecimiento de la vida en nuestro planeta. El genoma como material genético o ADN es una doble hélice constituida por cuatro componentes fundamentales: azúcares, enlaces fosfodiéster, bases nitrogenadas (adenina, timina, guanina, citosina) y enlaces de hidrógeno; aquello que mantiene junta esta estructura y le dota de cierta unidad son leyes naturales fisicoquímicas como las leyes de atracción y repulsión entre cargas eléctricas de átomos, las leyes de Van Der Waals y las leyes de Chargaff (Watson y Crick, 1953).

Naturalmente, el genoma no se da sobre el vacío. En el caso animal, el genoma se encuentra en el núcleo de la célula y los procesos de replicación (ADN → ADN), transcripción (ADN → ARN) y traducción (ARN → proteínas) suceden o no en diferentes partes de aquella (Ramakrishnan, 2002; O’Donnell *et.al.*, 2013) así como en distintos momentos de su ciclo, esto es, en el citoplasma, en los ribosomas, en el núcleo, durante las fases G1, G0, S, G2, profase, prometafase, metafase, anafase, telofase y escisión. El ADN como estructura dúplice helicoidal se enrolla en bucles sobre unas estructuras llamadas histonas (proteínas que conforman nucleosomas) que, junto con el ADN y un tipo de ARN, conforman una estructura mayor denominada cromatina sobre la que se extiende el genoma completo “empaquetado” en otras estructuras llamadas cromosomas (Wilmot *et.al.*, 2000). Esta serie de micro estructuras y sus ambientes o entornos junto con los correlatos del ADN, el ARN y las proteínas (enzimas y quinasas), proveen medios epigenéticos que determinan lo que el ADN efectivamente hace o no más acá de sus límites propios pero más allá del plano, bosquejo, plantilla o conjunto de instrucciones que representa por sí mismo, es decir, proveen medios epigenéticos que modifican la actividad de lo vivo o sus partes sin cambios estrictos en los genes. Algunos mecanismos epigenéticos específicos son: la impronta genética, la metilación del ADN o de las histonas, la acetilación de algunas proteínas, los estados de la cromatina conocidos como “heterocromatina” y “eucromatina”, los niveles en calcio del citoplasma o de otros componentes químicos como el factor de maduración MPF (quinasa), la proteína

---

<sup>19</sup> La visión de este complejo genético ha sido notablemente enriquecida desde las aportaciones de la proteómica, transcriptómica, metabolómica, interactómica, epigenómica y exposómica (Meloni, 2019) pero no debiera obviarse que los flujos del llamado “dogma central” no han sido aún transgredidos y que la estructura del ADN fue pensada desde sus inicios como una estructura abierta (Watson y Crick, 1953). Consideramos que el cambio drástico y radical en los modos de explicar lo vivo, es decir, el cambio de fondo que hay que rastrear, no es el que va del genoma pensado como secuencia lingüística-material (lineal) al genoma pensado como reescritura-material (tri y tetradimensional) sino el que va del genoma como fin al genoma como mecanismo puro, pues el genoma (en sentido plano o espacial) y el ambiente (en sentido matematizable o incommensurable) adoptan un papel directriz o un rol mecánico ciego según el discurso en el que se insertan.

cdc2 o la proteína conocida como CEF (Wilmut *et.al.*, 2000; Wilmut y Highfield, 2006; Cibelli *et.al.*, 2014). Dicho de otro modo, el genoma y los genes que contiene determinan la(s) micro y macro estructura(s) *funcional(es)* del organismo que ayudan a conformar bajo la influencia del medio en el que se encuentran aquellos:

So, operating via proteins, genes control both the structure and the function of the cells. Of course they are not in absolute control; in reality, genes act in dialogue with their surroundings (...). But genes certainly set the general direction of events and determine the limits of what any one organism can do (Wilmut *et.al.*, 2000, pp.24-25).

La capacidad agencial y directriz respecto al organismo atribuida a los genes, la acción genética, el programa genético y el genoma puede resumirse siguiendo el recuento histórico de Evelyn Fox Keller (2002) a través de los trabajos de Weismann, De Vries, Johannsen, Sturtevant, Morgan, Jacob y Monod, además de Moore y, de nuevo, Jacob. Terminamos la exposición del genoma como principio de organización de lo vivo y sus detalles con este recuento que exhibe las actividades de largo alcance que se le asignan al genoma, sus genes y el material genético del cual están constituidos.

Dos aspectos o funciones se han atribuido a los genes desde que el término ‘gen’ fue introducido en 1909: por un lado, los genes justifican los patrones de herencia en cruza o mezclas genéticas y, por otro lado, dan cuenta o justifican la “determinación de las propiedades de un organismo” (p.131). En 1889, cuando la unidad de herencia se teorizaba todavía a través de entidades llamadas “pangenes”, la función atribuida a tal entidad era “imprimir su carácter o naturaleza en la célula” (p.126), esto es, la función atribuida a la unidad de herencia consistía en “representar” las propiedades de un organismo adulto o causar su surgimiento y desarrollo; pero para hacer tal cosa, la unidad de herencia tenía que ser pensada como algo más complejo que una molécula química. La complicación sobrevino cuando la unidad de herencia tuvo que ser pensada precisamente como una molécula química: “[o]nce the gene could no longer freely oscillate between atom and [a minute] organism, it could no longer serve so readily both as the fundamental unity of heredity and, at the same time, as the pilot of life’s developmental journey” (p.134).

No obstante, la capacidad agencial y directriz respecto al organismo adulto atribuida a los genes y el genoma—su modo de “dirigir” las células del embrión, unas en una dirección y otras en otra dirección—persistió. En 1961, tras los trabajos experimentales con el mecanismo de regulación de la producción de enzimas de una bacteria (*Escherichia coli*) y los postulados de su “modelo operón”, François Jacob y Jaques Monod asignaron un rol explicativo y *quasi* directriz a los genes y el genoma respecto del desarrollo embrionario: “[t]he discovery of regulator and operator genes... reveals that the genome contains not only a series of blue-prints, but a coordinated program of protein synthesis and the means of controlling its execution” (Keller, 2002, p.135). Al respecto, dos años después, en 1963 y en voz de Moore, se terminó por formular una visión en torno a factores genéticos y epigenéticos presentes en el desarrollo de un embrión:

“This [operon model] hypothesis is consistent with the thinking of embryologists who fail to see how a genetic system identical in all cells, alone provides for cellular differentiation... Though the genetic system specifies what a cell may do, non-genetic phenomena influence what it actually does. This point of view, which once would have been reasonable to an embryologist but not to a geneticist, now seems reasonable to both” (Keller, 2002, p.169).

Pero la capacidad agencial y directriz respecto al organismo adulto atribuida a los genes y el genoma no cesó. En 1970, tras los experimentos del “modelo operón” llevados a cabo casi una década antes y pensando ahora sobre la lógica de la vida, Jacob formula lo que nos parece una versión finalista del genoma:

Quoting Claude Bernard’s observation from 1878 that the study of vital phenomena reveals the presence of “a pre-established design,” that “some invisible guide seems to direct [the organization and growth of the individual organism] along the path it follows, leading it to the place which it occupies,” Jacob writes, “Not a word of these lines needs to be changed today: they contain nothing which modern biology cannot endorse. However, when heredity is described as a coded programme in a sequence of chemical radicals, the paradox disappears.” (...) “The concept of programme has made an honest woman of teleology” (...). No classical geneticist would have so openly claimed for gene action [genetic program] the powers, or intelligence, of an invisible guide capable of leading the organism along its developmental trajectory. Indeed, the very notion of a final cause operating in development, the idea that the passage from zygote to adult was an inherently goal-oriented process, would have been anathema to earlier generations of geneticists. But now, in Jacob’s construal of the genetic program, that concept could not only accommodate the recent discoveries of gene regulation but also provide an apparently natural bridge to the long tradition of teleology in biological thought that had been so insistently discredited in the preceding decades (Keller, 2002, pp.140-141).

Sin embargo, parece que la versión contraria, esto es, la versión mecánica del genoma—en cuanto a su actividad—también se pone en marcha, curiosamente en el mismo año, en voz del compañero de laboratorio y premio Nobel de Jacob: Monod (1971 [1970]). Mientras el primero retorna a la noción de causa final, el segundo recusa esta misma idea, mas, lo que, a nuestro juicio, se juega de fondo es el carácter de la molécula química del ADN constituyente del genoma. ¿Es el genoma y su ADN unidad de herencia y unidad de vida? ¿El genoma es algo vivo o inerte? ¿El ADN es algo vivo o inerte? ¿Se trata de una “molécula aburrida” como los químicos notan o de una “molécula maestra” como muchos genetistas sostienen? Si se dice que la molécula de ADN tiende a preservarse es porque ¿persiste o resiste? ¿Cuál es el origen del genoma *funcional* reciente? ¿Lo inerte, lo *quasi* inorgánico, lo orgánico, lo vivo? Terminamos con estas preguntas la exposición del genoma como principio de organización de lo vivo y sus detalles. Veamos ahora los detalles sobre la selección natural.

La selección natural es una fuerza cuyo carácter externo o interno a lo vivo orgánico no es propiamente detallado mas conforma un principio que permite la conservación y acumulación de estructuras y actividades ventajosas en lo vivo con vistas a su preservación, o bien, que accidentalmente desembocan en ella. Cuando Darwin le define en el capítulo IV de *El origen*

*de las especies por medio de la selección natural* su agencia causal se determina lado a lado con un principio de herencia, un principio de producción de variaciones, la naturaleza del organismo, sus usos y costumbres, y las condiciones del medio ambiente:

A esta conservación de las diferencias y variaciones individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales la he llamado yo *selección natural* o *supervivencia de los más adecuados*. En las variaciones ni útiles ni perjudiciales no influiría la selección natural, y quedarían abandonadas como un elemento fluctuante, como vemos quizá en ciertas especies polimorfas, o llegarían finalmente a fijarse a causa de la naturaleza del organismo y de la naturaleza de las condiciones del medio ambiente. (...) La selección natural obra solamente mediante la conservación y acumulación de pequeñas modificaciones heredadas, provechosas todas al ser conservado (...). Sólo las variaciones que sean en algún modo ventajosas serán conservadas o naturalmente seleccionadas (Darwin, 2009 [1859], pp.98, 111, 125).

La operación conjunta de estas agencias o causas, el principio de herencia, el principio de producción de variaciones, la naturaleza del organismo y las condiciones del medio ambiente, no solamente oscurecen el carácter creativo o productivo, o bien, meramente selectivo o filtrador de la selección natural sino también, aunque en menor grado, su protagonismo causal respecto a la estructura funcional de lo vivo. No obstante, el trabajo conjunto de estas agencias permite dar cuenta de procesos evolutivos vacilantes en cuanto al progreso de la cosa viviente:

[E]s por completo posible a la selección natural adaptar un ser a una situación en la que diferentes órganos sean superfluos o inútiles: en estos casos habría retrocesos en la escala de organización. (...) Pero si las variaciones útiles a un ser orgánico ocurren alguna vez, los individuos caracterizados de este modo tendrán seguramente las mayores probabilidades de conservarse en la lucha por la vida y, por el poderoso principio de la herencia, tenderán a producir descendientes con caracteres semejantes. A este principio de conservación o supervivencia de los más adecuados lo he llamado *selección natural*. Conduce este principio al perfeccionamiento de cada ser en relación con sus condiciones de vida orgánica e inorgánica y, por consiguiente, en la mayor parte de los casos, a lo que puede ser considerado como un progreso en la organización. Sin embargo, las formas inferiores y sencillas persistirán mucho tiempo si están bien adecuadas a sus condiciones sencillas de vida (Darwin, 2009 [1859], pp.133, 138).

Como las citas recién aludidas indican, Darwin refiere el progreso en la organización de un organismo vivo como una posibilidad que se abre en función de la naturaleza del organismo, las condiciones del ambiente, el principio de la herencia, el principio de la producción de variaciones y el principio de la selección natural. Aquí, el progreso se piensa en términos de individualidad así como en términos de la especialización de las partes de lo vivo orgánico a nivel inter e intrageneracional:

Podría creerse que la intensidad del cambio que las diferentes partes y órganos experimentan en su desarrollo desde el embrión al estado adulto bastaría como tipo de comparación; pero hay casos, como el de ciertos crustáceos parásitos, en que diferentes partes de la estructura se vuelven menos perfectas, de modo que no puede decirse que el animal adulto sea superior a su larva. El tipo de comparación de Von Baer parece el mejor y el de mayor aplicación: consiste en el grado de

diferenciación de las partes del mismo ser orgánico (...) y su especialización para funciones diferentes o, según lo expresaría Milne Edwards, en el perfeccionamiento en la división del trabajo fisiológico. (...) Si tomamos como tipo de organización superior la intensidad de la diferenciación y especialización de los diferentes órganos en cada ser cuando es adulto (...) la selección natural conduce evidentemente a este tipo, pues todos los fisiólogos admiten que la especialización de los órganos, en tanto en cuanto en este estado realizan mejor sus funciones, es una ventaja para todo ser y, por consiguiente, la acumulación de variaciones que tiendan a la especialización está dentro del campo de acción de la selección natural. (...) La selección natural, por el principio de que las cualidades se heredan a las edades correspondientes, puede modificar el huevo, la semilla o el individuo joven tan fácilmente como el adulto (Darwin, 2009 [1859], pp.133, 138).

Desde una aproximación contemporánea, la selección natural no solamente tiene injerencia en diferentes etapas del desarrollo que van del huevo y el embrión al adulto sino que ésta actúa, presuntamente, sobre estructuras de lo viviente mutadas y/o recombinadas a nivel genético (Godfrey-Smith, 2014) e incluso sobre diferentes grados de integración funcional a nivel de organismos y poblaciones:

The positive feedback between natural selection and functional integration may make intermediate levels of individuality unstable as evolutionary endpoints, and thus relatively rare in nature. In cases where positive feedback has fully run its course without interference or complications, we expect the result to be complete functional integration and independence, or in other words, a “unitary” or “paradigm” organism. (This must be qualified by recognizing that even under strong selection, perfect optimization is often prevented by constraints and tradeoffs. For example, a hypothetical genetically homogeneous ant colony would benefit by eliminating conflict among its members. Given the constraints of the haplo-diploid genetic system, though, this benefit would come at the cost of producing no males). Following this line of reasoning to its logical conclusion, positive feedback between natural selection and functional integration is implicated in the origin of organisms within lineages, including “transitions in individuality”, in which a collection of existing organism-like entities are assembled and integrated into a new kind of organism. As a corollary, we should expect groups that are undergoing a transition in individuality to meet some but not all of the criteria of paradigm organisms (Pepper y Herron, 2008, p.626).

Sea que la selección natural actúe—en términos de creación o producción, eliminación, elección y/o acumulación— conservando estructuras y actividades beneficiosas de lo vivo a nivel del material genético, gen, genoma y procesos de replicación; del complejo genético (ADN, ARN, aminoácidos, proteínas) y procesos de replicación, transcripción y traducción; de células y procesos de división (meiosis, mitosis) además de diferenciación (totipotencia, unipotencia); de tejidos, órganos y sus funciones (*e.g.* bombeo, filtración); de sistemas y sus funciones (*e.g.* metabolismo, respuesta inmune, reproducción y subprocesos); de organismos y sus funciones (actividades, comportamientos y conductas propias); a nivel de asociaciones entre entidades orgánicas o biológicas (simbiogénesis o transiciones hacia la individualidad: *e.g.* organismo unicelular o procariota + mitocondria → organismo unicelular o eucariota + eucariotas diferenciadas y especializadas → organismo pluricelular o animal primigenio); o bien sea, en contraste, que actúe conservando estructuras y actividades beneficiosas de lo

vivo a nivel de poblaciones, la selección natural apela a los mismos mecanismos generales: por un lado, mecanismos de mutación y recombinación genéticas, y, por otro lado, mecanismos de *feedback*<sup>20</sup> que, en mancuerna con el azar, la probabilidad y la propia selección natural, decantan en mecanismos específicos (*e.g.* mecanismos de integración funcional, metabolismo, genoma reciente, sistema inmune, sistemas de desarrollo y de reproducción) que, finalmente, permiten la sobrevivencia de lo vivo orgánico.

Ahora bien, no parece haber una versión única de la selección natural. Como he señalado, las diferentes maneras de atender los diferentes problemas que interesan a la teoría evolutiva desembocan en un espectro de versiones teóricas distintas del principio de la selección natural así como en roles distintos para el genoma. Por ejemplo, de acuerdo con Peter Godfrey-Smith (2014) y John Beatty (2016) hay controversia respecto al carácter creativo o productivo o el carácter meramente filtro de la selección natural—aquí se generan dos vertientes—, cruzando esta disyuntiva con las posturas ontológicas o modos de relación entre la biología moderna y los conceptos “teleológicos” (1i [2]; 1ii [4]; 2i [1]; 2ii [1]; 2iii [2]; 2iv [4]) así como con los tipos de causalidad posibles que responden a diferentes problemas se proyectan, a nuestro juicio, por lo menos seis versiones teóricas (1i a 1ii y 2i a 2iv).

Si la selección natural solamente (1) filtra (elige o descarta y acumula) estructuras y actividades ventajosas, útiles o *beneficiosas* de lo vivo entonces ¿está pensada como causa final que aporta la direccionalidad hacia la preservación o sobrevivencia? Si esto es así ¿qué hay de la explicación de lo vivo *original* sacrificada por la explicación de lo vivo *reciente*? Parece que para explicar la estructura funcional de lo vivo *original* en esta vertiente, (1), habría que suponer un límite, germen o forma original que dé cuenta de las estructuras y actividades originales y que sea aquello sobre lo que la selección natural y sus presiones actúen (eligiendo, descartando, acumulando). Esto es, así como los “mutacionistas (*versus* seleccionistas)” insisten en que un cambio debe producirse primero en orden de que la variedad sea seleccionada, habría que insistir en que algo (vivo, inerte o *quasi* inerte) debe existir primero en orden de que la mutación se produzca. Y, en este sentido, habría que preguntar también por el carácter interno o externo tanto de la selección natural como del límite, germen o forma *original*.

El límite, germen o forma, por su parte, podría estar pensado como causa eficiente natural, es decir, como un mecanismo material (*e.g.* el genoma y procesos de mutación y recombinación genéticas) o podría estar pensado como causa (formal) final trascendental. En esta vertiente, (1),—a parpadeos—da la impresión de que el límite referido, si es material, guarda algunas *similitudes* con lo que en la teoría hilemórfica se comprende como medio o efecto de la causa primera (alma) y en teoría finalista se comprende como aquello subordinado a un fin y a un poder formativo epigenético que opera conforme y a través

---

<sup>20</sup> Para un recuento del nacimiento de la categoría de *feedback* en la disciplina cibernética, a partir del concepto de teleología, y su incorporación en la disciplina genética consúltese Evelyn Fox Keller (2002): “Genes, Gene Action, and Genetic Programs” en *Making Sense of Life. Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines*.

de leyes naturales mecánicas, especialmente, guarda algunas *similitudes* con el germen predispuerto o preformado teorizado en el siglo XVIII y que en teoría finalista se comprende como causado en parte por el poder formativo. Por su parte, la selección natural, (1), si es un principio externo, (1i), respecto a la cosa viva, guarda algunas *similitudes* con el primer moviente como una entidad que permite la actualización de la forma y su dirección hacia lo mejor o como aquello que no crea la materia sobre la que influye pero permite la tendencia de cada cosa viva hacia su bien peculiar, hacia su perfección y hacia su perpetuación en la medida en que le es posible, así como guarda algunas *similitudes* con el sujeto cognoscente que no crea las intuiciones sensibles pero es condición de posibilidad externa y trascendental de actividades como la nutrición y la reproducción; si (1) es un principio interno, (1ii), respecto a la cosa viva, la selección natural guarda algunas *similitudes* con el alma que no es causa de la materia pero sí lo es de la actividad, trabajo, obra, función u operación presuntamente característica de lo vivo y sus partes—las *diferencias* ya las hemos notado al explicar cada principio por su propia cuenta y enmarcado en sus propias preocupaciones.

Si, en cambio, la selección natural (2) crea o produce estructuras y actividades ventajosas, útiles o beneficiosas de lo vivo entonces puede estar pensada como causa eficiente natural, material y externa (mecanismo) subordinada o no a causalidad final (u análogo teleomecánico) y es como si se dividiera en dos: primero, el mecanismo externo, (2i), presente en el ancestro de lo vivo en cuyo caso se explica la estructura y actividad *reciente* de lo vivo pero no lo vivo *original* ni su carácter *beneficioso acumulado* (tomando en cuenta las probabilidades de generar estructuras complejas como las del ojo o el cerebro animal por vía del accidente puro), es decir, el mecanismo que no explica la tendencia de lo viviente hacia lo mejor para la sobrevivencia o preservación a menos que se apele a un principio que explique el acontecimiento iterado de lo poco probable; tal mecanismo parecería ser externo a lo vivo en cuestión (se localiza en el ancestro que alguna vez vivió o progenitor vivo) pero a la vez tendría que ser interno, (2ii), a la cosa viva en cuestión en orden de que ésta pueda ejercerlo en la siguiente generación viviente; segundo, la selección natural, (2), como creadora, productora o causante de la estructura funcional de lo vivo tendría un aspecto o dimensión finalista (2iii, 2iv) y operaría como causa final, o su análogo teleomecánico, dando cuenta del carácter *beneficioso y acumulado* de las funciones de lo vivo *reciente y original* que tienden a un propósito y en general hacia la preservación *cuando menos en apariencia*.

Esta vertiente, (2), de la selección natural tendría un aspecto material (2i, 2ii) y puede tener o no un aspecto inmaterial (2iii, 2iv). La dimensión material, natural y mecánica de la selección natural, según se considere (recepción ancestral o ejercicio progenitor) correspondería a un principio externo (2i) o interno (2ii) de la cosa viva y habría que preguntar por el carácter interno (2iv) o externo (2iii) de la selección natural en su dimensión inmaterial, trascendental y finalista.

En esta vertiente, (2), el aspecto mecánico (2i, 2ii) de la selección natural guarda *similitudes* con lo que en la teoría hilemórfica se comprende como medio o efecto de la causa primera (alma), esto es, la estructura, configuración u organización de la

materia que emplea el alma (forma, fin) como causa para lograr la estructura funcional de lo viviente, y con lo que en teoría finalista se comprende como aquello subordinado a un fin<sup>21</sup> y a un poder formativo epigenético que opera conforme y a través de leyes naturales mecánicas, especialmente, guarda algunas *similitudes* con el germen predispuesto o preformado teorizado en el siglo XVIII y que en teoría finalista se comprende como causado en parte por el poder formativo, o bien, con el genoma como mecanismo de herencia<sup>22</sup>.

Asimismo, en esta versión, (2), el aspecto finalista de la selección natural, si tiene un carácter interno, (2iv), guarda algunas *similitudes* con el alma como causa formal y final que no crea la materia pero da cuenta de la direccionalidad de la estructura material y actividad presuntamente característica de lo vivo (desarrollo predeterminado, generación y preservación), y con el poder formativo en cuanto presuntamente interno a la cosa viva y causa, no de la materia sino, del fenómeno de la (auto)generación reproductiva, regenerativa y de crecimiento; mas, si la selección natural, (2), tiene un carácter externo, (2iii), guarda algunas similitudes con el primer moviente como una entidad que permite la actualización de la forma y su dirección hacia lo mejor o como aquello que no crea la materia sobre la que influye pero permite la tendencia de cada cosa viva hacia su bien peculiar, actividad característica o movimiento en general, hacia su perfección y hacia su perpetuación en la medida en que le es posible, así como guarda algunas *similitudes* con el sujeto cognoscente que no crea las intuiciones sensibles pero es condición de posibilidad externa y trascendental de actividades como la nutrición y la reproducción—las *diferencias* ya las hemos notado al explicar cada principio por cuenta propia y enmarcado en sus propias preocupaciones.

Las *diferencias* entre los distintos principios de organización de lo vivo podrían justificarse por los diferentes problemas específicos, intereses y preocupaciones que a cada uno le toca atender pero ¿qué justifica las *similitudes* en algunos rasgos de los distintos principios de organización de lo viviente? ¿Podría decirse que las *similitudes* responden a los problemas generales similares que surgen en el intento por explicar lo vivo sean éstos heredados por la tradición o encontrados por cuenta independiente? ¿Qué nos dice esto sobre la tradición histórica del pensamiento occidental en torno a la vida, sobre la constitución ontológica de lo vivo o sobre la constitución epistemológica del conocimiento de lo viviente?

Lo que nos interesa poner de relieve son los problemas generales que en la explicación de lo vivo se han generado desde Aristóteles hasta hoy y destacar de qué modo las distintas versiones de la selección natural les (des)atiende, resuelve o elude.

Los problemas generales que hemos identificado en este recorrido histórico y que aquí entresacamos son: (a) la «aporía de la

---

<sup>21</sup> Destacamos la relación teleomecánica con vistas a entresacar la cualidad o condición histórica de la comprensión de lo vivo pero esta relación no es necesaria: es posible pensar un mecanismo puro y, con esto, es posible pensar una versión mecánica de la selección natural que no pende de fines. Cuando este es el caso, pareciera que la dimensión mecánica de la selección natural coincide con la dimensión mecánica del genoma.

<sup>22</sup> Hemos visto en las páginas 40-41, 47, 51-52 y 55-56 que a veces pareciera como si el genoma tuviese una dimensión finalista y directriz que se traslapa con el esquema de la selección natural a la vez que la selección natural exhibe una dimensión mecánica que se traslapa con el esquema del genoma. Las páginas siguientes presentan un análisis sobre lo que juzgamos como seis versiones teóricas de la selección natural, éstas qui zás ofrecen mayor detalle y claridad al respecto.



causalidad final», (b) la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*», (c) la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo viviente, (d) el *origen* de lo vivo o lo vivo original y ( $\alpha$ ) la unidad de lo viviente. Las versiones teóricas del principio de la selección natural las enumeramos de 1i a 1ii y de 2i a 2iv partiendo bien sea de la vertiente creativa o productiva (2i, 2ii, 2iii, 2iv) que sostiene que la selección natural inicia el cambio evolutivo y produce la variación (*beneficiosa*) sobre la que actúa, además de conservar las variaciones beneficiosas, o bien, partiendo de la vertiente filtro (1i, 1ii) que sostiene que la selección natural solamente elimina, elige y/o acumula variaciones beneficiosas en las estructuras y actividades de lo vivo producidas de modo independiente (Godfrey-Smith, 2014; Beatty, 2016).

La selección natural como (1i) filtro, causa final (u análogo teleomecánico) y entidad externa a la cosa viva atiende el problema (a), es decir, la «aporía de la causalidad final», porque además de que tendría que estar pensada como algo inmaterial que da cuenta de la estructura *funcional* de lo vivo opera como causa externa a la cosa viva y permite reducir la causa final a una secuencia de causas eficientes (ancestros, progenitores y descendientes vivos o entidad natural completamente fuera de las cosas vivas). Esta versión, (1i), atiende también (b), es decir, la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*», porque al ser lo causado o el fenómeno a explicar *material* (lo vivo) y al ser la causa o aquello que pretende explicar *inmaterial* es distinguible uno de otro; además, al ser la causa final reducible a una secuencia de causas eficientes, el ancestro que alguna vez vivió o el progenitor viviente e incluso una presunta entidad natural fuera de las cosas vivas, se distingue de la estructura funcional de lo vivo en cuestión. Sin embargo, aunque la selección natural, (1i), atiende en parte (c), es decir, la direccionalidad de la estructura y actividad de lo vivo y con ello también ( $\alpha$ ), es decir, la unidad de lo viviente, porque constituye un fin, propósito o función fundamental (la conservación de lo útil, ventajoso, beneficioso para la preservación o sobrevivencia de lo vivo), no atiende las propiedades ni la autonomía ni la independencia en unidades discretas de lo vivo (*e.g.* ¿*auto* generación, *auto* preservación, *auto* organización del organismo?) por teorizarse la selección como una entidad que le resulta externa a la cosa viviente. Esta versión, (1i), tampoco atiende (d), es decir, el *origen* de lo vivo o lo vivo original porque requiere algo sobre lo cual actuar (elegir, descartar y/o acumular) y se esperaría quizá que actúe sobre algo ya vivo, si bien rudimentario, siendo que todavía en la actualidad es difícil cerrar la brecha que va de lo inerte a lo vivo sin que de repente aparezca como un *deus ex machina* la selección natural que vivifica a lo inerte o alguna otra entidad vivificante o dimensión finalista.

La selección natural como (1ii) filtro, causa final (u análogo teleomecánico) y entidad interna a la cosa viva elude el problema (a), la «aporía de la causalidad final», porque parecería que está pensada como causa inmaterial y aunque opera como causa interna a la cosa viva se presenta como algo “otro” o adicional a las “fuerzas moleculares” tanto como algo diferente del fin, propósito o función efectivamente realizado por la entidad viva, esto es: no supone una causalidad que es al mismo tiempo ascendente y descendente pues la temporalidad de lo inmaterial tendría que ser otra. Esta versión, (1ii), atiende también (b), la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*», porque se presenta como algo “otro” respecto a lo vivo causado

y su carácter inmaterial le permite sostener esta aseveración. Asimismo, la selección natural, (1ii), atiende (c), la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo viviente y con ello también ( $\alpha$ ), es decir, la unidad de lo viviente, porque además de ser una entidad presuntamente interna a la cosa viva y con ello dar cuenta de las propiedades, de la autonomía y quizá también de la independencia en unidades discretas de lo vivo (*e.g.* *auto* generación, *auto* preservación, *auto* organización del organismo) además constituye un fin, propósito o función fundamental (la conservación de lo útil, ventajoso, beneficioso para la preservación o sobrevivencia de lo vivo) que justifica las estructuras y actividades *beneficiosas* y *acumuladas* de lo vivo. Por último, esta versión, (1ii), no atiende (d), es decir, el *origen* de lo vivo o lo vivo original por las mismas razones que no lo hace (1i). La selección natural (1ii) requiere actuar (elegir, descartar y/o acumular) *sobre algo*, algo posiblemente vivo y rudimentario pues la transición de lo inerte a lo vivo continúa hoy inexplicada.

En las versiones (1i) y (1ii) de la selección natural pensada como filtro—versión impulsada por autores como De Vries y Morgan o los llamados “mutacionistas”—habría que considerar que las transformaciones evolutivas en las estructuras y actividades de lo vivo en diferentes niveles usualmente están justificadas desde una producción *azarosa* de las variaciones y una selección *no azarosa* de tales variaciones (Godfrey-Smith, 2014; Beatty, 2016). Asimismo habría que considerar las por demás bajas probabilidades de generar estructuras complejas como las del ojo o el cerebro animal por vía del accidente puro:

The most important immediate sources of new variation, again, are mutation and recombination. However, natural selection can reshape a population in a way that makes a given variant more likely to be produced by the immediate sources of variation than it otherwise would be. As selection changes the background in which mutation and recombination operate, it changes what those factors can produce. (...) The point can be made even more simply: if you can get to *Y* [useful trait] easily from *X*, but with difficulty from *W*, then you can make *Y* [useful trait] more likely to arise by having lots of *X* around and few *W*(...). As Patrick Forber (...) notes, in a biological context this usually requires that trait *Y* be the product of many genes, or at least a lot of DNA. To the extent that a new trait can arise as a unit through a single change to any background, selection does not make it more likely to appear. But that is not how things are with eyes and brains, whose evolution involved changes to a great deal of DNA. (...) Selection alone cannot produce new things, though it can keep the good ones that are already around. Mutation alone can produce new things, but in an indiscriminate way. There is almost no chance of it producing eyes and brains. Selection and mutation together can produce eyes and brains (Godfrey-Smith, 2014).

Ahora bien, la selección natural como (2i) creativa o productiva, causa eficiente y entidad externa a la cosa viva atiende el problema (a), la «aporía de la causalidad final», porque estaría pensada como una secuencia lineal mecánica de causas eficientes que explica la presencia de una determinada estructura funcional o “token” *reciente* en lo vivo (causado o efectuado) a través de un ancestro que pertenece al mismo “tipo” o especie (causa). Esta versión, (2i), atiende también (b), la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*», porque el ancestro o progenitor viviente como causa se distingue de la estructura funcional reciente en lo vivo causado. No obstante, la selección natural, (2i), no atiende (c), la (auto)direccionalidad

beneficiosa y acumulada de lo viviente, y con ello tampoco ( $\alpha$ ), la unidad de lo viviente, porque además de ser una entidad presuntamente externa a la cosa viva que no atiende las propiedades ni la autonomía ni la independencia en unidades discretas de lo vivo (*e.g.* ¿*auto* generación, *auto* preservación, *auto* organización del organismo?) se trata de un mecanismo ciego sin orientación hacia lo beneficioso o perjudicial. Aunque el mecanismo ciego o azaroso puede resultar en una estructura beneficiosa accidentalmente, difícilmente el puro azar explica las estructuras *beneficiosas* y *acumuladas* de lo viviente, lo que se necesitaría en este caso sería un principio de organización que explique el acontecimiento iterado de lo poco probable en la medida requerida por órganos complejos como el ojo o el cerebro animal. Esta versión, (2i), tampoco atiende (d), es decir, el *origen* de lo vivo o lo vivo original porque si bien explica la estructura y actividad *reciente* de lo vivo, una vez agotada la retrosección ancestral de lo que alguna vez vivió, no explica la estructura y actividad de lo vivo *original* (¿qué hay cuando se acaba el recurso retrospectivo hacia el ancestro?), además, si esta versión de la selección natural, (2i), no justifica la (auto)direccionalidad ventajosa y acumulada de lo viviente (esto requeriría por lo menos un principio de organización que explique el acontecimiento iterado de lo poco probable) la implicación es que ni siquiera se estaría dando cuenta de lo vivo orgánico como tal, es decir, de la estructura funcional mínimamente compleja—ni *reciente* ni *original*—distinguible de lo inorgánico.

La selección natural como (2ii) creativa o productiva, causa eficiente y entidad interna a la cosa viva atiende el problema (a), la «aporía de la causalidad final», porque está pensada como causa eficiente—aunque presuntamente interna—de la cual resulta lo vivo causado tras una secuencia lineal de efectos. Sin embargo, no atiende (b), la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*», porque si se trata de un mecanismo interno a la vivo causado o aquello a explicar como una estructura constitutiva entonces no se distingue de lo vivo causado, esto es, no se presenta como algo “otro” de modo justificado. Esta versión, (2ii), atiende el carácter autodeterminado de la cosa viva porque la selección natural estaría pensada como interna a ésta pero no resuelve (c), la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo viviente, porque se trata de un mecanismo ciego sin orientación hacia lo beneficioso o perjudicial. Aquí también haría falta un principio de organización que explique el acontecimiento iterado de lo poco probable en la medida requerida por órganos complejos como el ojo o el cerebro animal. Esta versión de la selección natural, (2ii), tampoco atiende ( $\alpha$ ), la unidad de lo viviente, porque hace falta un principio que (re)una y dé orden a las diferentes actividades de la materia orgánica, un principio que justifique la unidad, el orden y la actividad presuntamente característica de la estructura viviente a menos que se adopte la pretensión de un mecanismo como el genoma que procura justificar la unidad de la (micro)estructura por medio exclusivo de leyes naturales fisicoquímicas (*e.g.* fuerzas de atracción y repulsión entre cargas eléctricas de átomos, enlace de hidrógeno o leyes de Van Der Waals, enlaces entre purinas y pirimidinas o leyes de Chargaff) pero, incluso en ese caso, habría que preguntar ¿qué es una ley en tanto natural y qué impide que las bases nitrogenadas, los aminoácidos, las proteínas y las células brinquen de *un*

organismo a otro *sin* pasar por un proceso de *asimilación* así como las partículas de un cuerpo rocoso o un cuerpo celeste se mueven o cambian de un conglomerado a otro e incluso se mueven hacia el vacío, cambian hacia el desorden o hacia la desintegración *sin* oposición aparente alguna, *sin* lucha por la vida y *sin* un sentido de pertenencia a *una* determinada identidad? Por último, esta versión, (2ii), tampoco atiende (d), es decir, el *origen* de lo vivo o lo vivo original porque si no se explica la (auto)direccionalidad *beneficiosa* y *acumulada* de lo viviente (esto requeriría por lo menos un principio de organización que explique el acontecimiento iterado de lo poco probable) la implicación es la misma que para la versión (2i): no se estaría dando cuenta de lo vivo como tal, es decir, de la estructura funcional mínimamente compleja—ni *reciente* ni *original*—esa que para ser efectivamente viviente tendría que perpetuarse a través de una estructura funcional persistente cuyas relaciones entre las partes y el todo son recíprocas, esa que podría contar eventualmente con un progreso en su organización, esa que posee una estructura funcional para sobrevivir por causa de fuerzas adicionales a las “moleculares”, ¿esa que se nutre, crece y reproduce por sí misma?, esa que se conserva en la lucha por la vida. En orden de que un mecanismo puro dé cuenta del problema general (d), es decir, el *origen* de lo vivo o lo vivo original, los límites de la categoría de lo vivo orgánico tendrían que coincidir considerablemente con los límites de lo inorgánico o *quasi* inorgánico, sea en la acepción de Darwin que distingue los “seres orgánicos” de “un cristal” o en la acepción que distingue una célula de una macromolécula de ácido nucleico (ARN, ADN) o en la acepción que los químicos contemporáneos emplean para distinguir los compuestos con enlaces covalentes (entre carbono e hidrógeno) de los compuestos con enlaces iónicos. Si se cierra la brecha que va de lo vivo orgánico a lo *quasi* inorgánico y de lo inerte a lo *quasi* inorgánico, desde esta aproximación lo vivo *original* quedaría explicado y lo vivo *reciente* se justificaría por medio exclusivo de leyes naturales, por ejemplo fisicoquímicas, tanto como por medio del acontecimiento iterado ínfimamente probable. Aún así, parece que todavía haría falta un principio de organización que explique el acontecimiento iterado de lo poco probable en la medida requerida por órganos complejos como el ojo o el cerebro animal pero también en la medida requerida por estructuras sencillas accidentalmente replicantes.

Parece que en las versiones (2i) y (2ii) de la selección natural pensada como productiva, versión impulsada por autores como Wallace, Spencer o los llamados “darwinistas” (Godfrey-Smith, 2014; Beatty, 2016), el mecanismo requiere de un principio que explique su iterado acto de conservación sea en términos replicantes, reproductivos u otros que den como resultado la preservación de lo vivo. Un ejemplo de tal principio sería la dimensión finalista de la selección natural. La dimensión mecánica de la selección natural, o bien, los mecanismos ejecutados en parte por el genoma, no parece(n) suficiente(s) para explicar la entidad que sobrevive y posee estructuras complejas, múltiples, *beneficiosas* y *acumuladas*:

La mutación es un proceso azaroso con respecto a la adaptación. Las mutaciones se producen sin tener en cuenta las consecuencias que puedan tener en la capacidad de los organismos para sobrevivir y reproducirse. Si la mutación fuese el único proceso de cambio evolutivo, la organización de los entes vivos se desintegraría gradualmente. Los efectos de la

mutación serían análogos a los de un mecánico que cambiase las partes del motor de un automóvil al azar, sin tener en cuenta el papel de cada parte dentro del motor. La selección natural mantiene los efectos desorganizadores de la mutación y otros procesos bajo control porque multiplica las mutaciones benéficas y elimina las perjudiciales. (...) Hay quienes ven la selección natural principalmente como un proceso puramente negativo, la eliminación de mutaciones perjudiciales. Pero la selección natural es mucho más que eso, pues es capaz de generar novedad al incrementar la probabilidad de combinaciones genéticas que de otro modo serían extremadamente improbables. La selección natural es, pues, un proceso creativo. No “crea” las entidades componentes sobre las cuales opera ([e.g.] las mutaciones genéticas), pero produce combinaciones adaptativas que no podrían haber existido de otro modo. La combinación de unidades genéticas que porta la información hereditaria responsable de la formación del ojo de los vertebrados no se hubiera producido jamás por un mero proceso aleatorio. Ni siquiera aunque tengamos en cuenta los más de tres mil millones de años durante los cuales ha existido vida sobre la Tierra. Pero la evolución no es un proceso gobernado por acontecimientos fortuitos. La complicada anatomía del ojo, al igual que el exacto funcionamiento del riñón, son el resultado de un proceso no azaroso: la selección natural. (...) El punto que merece la pena subrayar es que la evolución no es el resultado de procesos aleatorios, sino que hay un proceso selectivo, que “escoge” combinaciones adaptativas porque éstas se reproducen de manera más eficaz y así llegan a predominar en las poblaciones. Las simples combinaciones adaptativas constituyen, a su vez, nuevos niveles de organización sobre los cuales vuelven a operar los procesos de mutación (aleatoria) más selección (no aleatoria o direccional). La complejidad de organización de los animales y las plantas ha surgido como consecuencia de la selección natural y su lento y progresivo avance, a lo largo de eones de tiempo (Ayala, 2009, p.23).

La selección natural como (2iii) creativa o productiva, causa final (u análogo teleomecánico) y entidad externa a la cosa viva atiende el problema (a), la «aporía de la causalidad final», porque además de que tendría que estar pensada como algo inmaterial que da cuenta de la estructura *funcional* de lo vivo opera como causa externa a la cosa viva y permite reducir la causa final a una secuencia de causas eficientes (ancestros, progenitores y descendientes vivos o entidad natural completamente fuera de las cosas vivas). Esta versión, (2iii), atiende también (b), es decir, la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*», porque al ser lo causado o el fenómeno a explicar (lo vivo) *material* y al ser la causa o aquello que pretende explicar *inmaterial* es distinguible uno de otro; además, al ser la causa final reducible a una secuencia de causas eficientes, el ancestro que alguna vez vivió o el progenitor viviente e incluso una presunta entidad natural fuera de las cosas vivas, se distingue de la estructura funcional de lo vivo en cuestión. Sin embargo, aunque la selección natural, (2iii), atiende en parte (c), es decir, la direccionalidad de la estructura y actividad de lo vivo y con ello también ( $\alpha$ ), es decir, la unidad de lo viviente, porque constituye un fin, propósito o función fundamental (la conservación de lo útil, ventajoso, beneficioso para la preservación o sobrevivencia de lo vivo), no atiende las propiedades ni la autonomía ni la independencia en unidades discretas de lo vivo (e.g. ¿*auto* generación, *auto* preservación, *auto* organización del organismo?) por teorizarse la selección como una entidad que le resulta externa a la cosa viviente. Parecería que esta versión, (2iii), a diferencia de (1i), sí atiende (d), es decir, el *origen* de lo vivo o lo vivo original porque justifica lo necesario (y suficiente en mancuerna con el mecanismo material

sensible) para que haya algo así como una entidad que se preserva y tiende hacia o busca sobrevivir—allí donde la persistencia es distinta de la resistencia.

La selección natural como (2iv) creativa o productiva, causa final (u análogo teleomecánico) y entidad interna a la cosa viva elude el problema (a), la «aporía de la causalidad final», porque parecería que está pensada como causa inmaterial y aunque opera como causa interna a la cosa viva se presenta como algo “otro” o adicional a las “fuerzas moleculares” tanto como algo diferente del fin, propósito o función efectivamente realizado por la entidad viva, esto es: no supone una causalidad que es al mismo tiempo ascendente y descendente pues la temporalidad de lo inmaterial tendría que ser otra. Esta versión, (2iv), atiende (b), la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*», porque se presenta como algo “otro” respecto a lo vivo causado y su carácter inmaterial le permite sostener esta aseveración. Asimismo, la selección natural, (2iv), atiende (c), la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo viviente y con ello también ( $\alpha$ ), es decir, la unidad de lo viviente, porque además de ser una entidad presuntamente interna a la cosa viva y con ello dar cuenta de las propiedades, de la autonomía y quizá también de la independencia en unidades discretas de lo vivo (*e.g. auto* generación, *auto* preservación, *auto* organización del organismo) además constituye un fin, propósito o función fundamental (la conservación de lo útil, ventajoso, beneficioso para la preservación o sobrevivencia de lo vivo) que justifica las estructuras y actividades *beneficiosas* y *acumuladas* de lo vivo. Por último, parecería que esta versión, (2iv), a diferencia de (1ii), sí atiende (d), es decir, el *origen* de lo vivo o lo vivo original porque, en mancuerna con el mecanismo material sensible, justifica lo necesario y suficiente para que haya algo así como una entidad que se (auto)preserva y tiende hacia o busca sobrevivir—allí donde la persistencia es distinta de la resistencia.

En suma, el recurso (teleo)mecánico, en lo que toca a las distintas versiones de la selección natural (2i, 2ii, 2iii, 2iv), atiende—bajo algunas reservas—los problemas generales que en la explicación de lo vivo se han generado desde Aristóteles hasta hoy: (a) la «aporía de la causalidad final», (b) la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*», (c) la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo viviente, (d) el *origen* de lo vivo o lo vivo original y ( $\alpha$ ) la unidad de lo viviente. Parece que este esmero se ha logrado repitiendo la experiencia de lo viviente, repitiendo preguntas milenarias, heredando problemas, discusiones y conceptos, así como rescatando—de manera consciente o inconsciente—diversos rasgos presentes en los múltiples principios de organización que se han propuesto en la historia occidental del pensamiento de lo vivo.

En cuanto al desarrollo de las diferentes teorías, pensaríamos que la recuperación de rasgos presentes en principios de organización previos ha sido un gesto inconsciente motivado por el uso de conceptos anteriores en el interior de nuevos problemas (parece imposible comenzar a hablar de cero sobre lo vivo; se habla siempre desde la tradición): pesan conceptos

como el de forma, alma, parte-todo y poder formativo porque pareciera que sólo a partir de allí se construyen las alternativas, no solamente como conceptos antagonistas sino como conceptos que generan las alternativas conceptuales mismas. He señalado puntualmente los rasgos comunes en los múltiples principios de organización propuestos por Aristóteles, Kant y los proponentes de la teoría evolutiva, ahora habría que dejar anotados los aspectos fundamentales de lo que consideramos la herencia aristotélica y kantiana transmitida a por lo menos dos de las manifestaciones actuales de la explicación de lo vivo: (1) el uso de un principio (formal/final) interno a la cosa viva apoyado en un principio externo (formal/final); (2) el uso de un marco fijado en la actividad o función interna (e.g. nutrición, mantenimiento, generación reproductiva, desarrollo, crecimiento, sensación; perpetuación y cambio) como compás para identificar lo viviente; (3) la articulación de las limitantes de los principios teleológicos (e.g. fin, finalidad, Dios) para explicar lo viviente; (4) la articulación de las limitantes de los principios mecanicistas (e.g. fotosíntesis) para explicar lo viviente y (5) el uso de un principio epigenético y preformado para explicar lo vivo. La selección natural y el genoma como conceptos serían herederos de los aspectos 1, 2, 3 (hasta cierto punto, según la versión teórica) y 5, mientras que la *téchne* y el *bíos* (desarrollados en el capítulo siguiente) serían herederos de los aspectos 1-5.

Las dificultades que supone la mancuerna teleomecánica, en lo que toca a las distintas versiones de la selección natural (2i, 2ii, 2iii, 2iv), también han sido señaladas, pero quizá habría que destacar algunos cuestionamientos: ¿cuál es el carácter del mecanismo sensible (vivo, inerte, *quasi* inerte...) sobre el que actúa la selección natural en su dimensión finalista (teleomecánica)? ¿qué ha determinado los límites del mecanismo? ¿cómo es que la selección natural repentinamente comienza a actuar sobre éste? ¿qué dota a cada componente del mecanismo sensible de un carácter propio y de un comportamiento o actividad necesaria? ¿qué dota de unidad y orden a cada componente y a la totalidad del mecanismo? ¿Los “estados internos” del mecanismo sensible (e.g. sistema fisicoquímico) están pensados de modo similar a la naturaleza (forma) aristotélica que inhiere en la materia o de qué otro modo? Si el mecanismo y sus componentes son producto de puras fuerzas externas ¿qué dotó de unidad a las primeras cosas sobre las que actuaron estas fuerzas externas? ¿tienen un carácter discreto? ¿qué explicaría su carácter discreto? ¿las fuerzas externas se aplican de manera indistinta o todo ejercicio de fuerza es una relación entre dos fuerzas (sí misma y aquello sobre lo que actúa)? ¿cómo se da el salto de la materia inerte como el amoníaco, el agua y el nitrógeno a la materia (in)orgánica como los ácidos nucleicos (ARN, ADN) y de ésta a entidades como la célula primigenia? ¿cuál es la transición? ¿qué principios y causas intervienen?

Por su parte, Darwin alude “condiciones externas” como el clima y el alimento en cuanto causas posibles de variación de las estructuras y actividades de lo vivo pero les concede un “sentido limitado” porque “es absurdo atribuir a causas puramente externas la estructura, por ejemplo, del pájaro carpintero”, o del muérdago, “es igualmente absurdo explicar la estructura de este parásito y sus relaciones con varios seres orgánicos distintos por efecto de las condiciones externas, de la costumbre o de

la voluntad de la planta misma” (2009 [1859], pp.35-36). ¿Significa esto que la selección natural está pensada como causa interna, como parte, aparte, de la naturaleza del organismo o como mecanismo interno, o, significa esto que la selección natural no está pensada estrictamente como causa eficiente sino como una fuerza distinta? ¿O qué significa?

En cualquier caso, en estas consideraciones se trata de lo vivo *reciente* y no de lo vivo *original*. En rigor, en el primer bosquejo de la teoría evolutiva lo más lejos que se llega en la consideración del *origen* de lo vivo y de la vida es una especulación sobre la que quizá se ha ganado terreno en la actualidad pero para Darwin la vida proviene de la vida, es decir, el mecanismo sensible sobre el que la selección natural actúa es una estructura rudimentaria ya viva:

Considerando la primera aparición de la vida, cuando todos los seres orgánicos, según podemos creer, presentaban estructuras sencillísimas, se ha preguntado cómo pudieron originarse los primeros pasos en el progreso o diferenciación de partes (...) pero como no tenemos hechos que nos guíen, la especulación sobre este asunto es casi inútil. Es, sin embargo, un error suponer que no habría lucha por la existencia ni, por consiguiente, selección natural, hasta que se produjesen muchas formas: las variaciones de una sola especie que vive en una estación aislada pudieron ser beneficiosas, y de este modo todo el conjunto de individuos pudo modificarse, o pudieron originarse dos formas distintas (Darwin, 2009 [1859], p.135).

Recapitulando, en la teoría evolutiva actual, se requiere de un límite, germen o forma *original* (e.g. un mecanismo sensible: el genoma, su rudimento, o la dimensión mecánica de la selección natural, esto es, la forma del ancestro o progenitor), uno o varios principios de herencia, desarrollo y producción de variaciones (e.g. las causas de la mutación, recombinación, desarrollo, simbiogénesis, epigénesis y otros cambios: la naturaleza del genoma o del organismo, el ambiente, el azar o la contingencia...), un principio de *conservación* y *acumulación* de estructuras y actividades *beneficiosas* (e.g. la dimensión finalista de la selección natural) o, en su defecto, un principio que explique la iteración del acontecimiento poco probable (iapp), en orden de dar cuenta de la estructura funcional *reciente* y *original* de lo vivo.

En suma, lo vivo orgánico causado o efectuado es justificado por una serie de mecanismos (causa/efecto) que, en relación con su ambiente como causa (condiciones de vida orgánica e inorgánica) y en relación con un principio de *conservación* y *acumulación* de estructuras y actividades *beneficiosas* o un principio que explica la iteración del acontecimiento poco probable (causa), explica lo vivo causado o efectuado en cuanto tal—(macro/micro)estructura funcional persistente cuyas relaciones entre las partes y el todo son recíprocas y que posee una o varias funciones *para* sobrevivir<sup>23</sup> por causa de fuerzas adicionales a las “moleculares”. Esto implica un límite, germen o forma *original* determinado por dos o tres fuerzas: su propia naturaleza,

---

<sup>23</sup> Para una interpretación teleológica de los trabajos de Darwin consúltese “Darwin was a teleologist” de James Lennox (1993) y para una interpretación no-teleológica de los mismos confróntese con “Darwin’s language may seem teleological, but his thinking is another matter” de Michael Ghiselin (1994).



el ambiente y la selección natural. Así se explica lo vivo orgánico en la Academia, por ejemplo, en la Universidad de Cambridge, en el mundo globalizado del siglo XXI.

### *Reflexiones causales*

La diferencia que biólogos evolutivos contemporáneos introducen en la explicación de las cosas naturales respecto a sus predecesores es quizá la incorporación del ambiente<sup>24</sup> como un factor clave que interviene en la actividad o comportamiento de aquellas. El principio de organización de lo vivo en el pensamiento evolutivo actual es una causa interna a la cosa viva, el genoma, pero en tanto influenciada a su vez por otros principios y determinaciones externas e internas: la naturaleza del genoma u organismo vivo, el ambiente, la selección natural, la contingencia y el azar. El modo de distribuir las fuerzas que causan lo vivo como (micro/macro)estructura *funcional* que persiste es acaso única y novedosa. Además, no sólo el modo de conjugar factores productivos azarosos y no azarosos (esto es, directrices), sino la manera de concebir el ambiente como constituido por componentes orgánicos e inorgánicos en una red compleja de relaciones entre lo viviente orgánico (ancestro común, progenitores, competidores y aliados vivos) y los compuestos inorgánicos parece excepcional.

Habría que notar aquí las distintas maneras de concebir la función de la estructura de lo vivo, pues, así como hay biólogos que consideran la función teleológica (*versus* función teleonómica) como una mera *ilusión*—allí donde opera únicamente el mecanismo ciego y donde la actividad que funciona es un mero accidente—hay también biólogos que consideran la función como algo estrictamente *real* pero cuya fuente natural de propiedades finalistas (teleológicas, teleomecánicas) no es Dios. Están además los biólogos que prescinden de Dios como diseñador y de la función como concepto teleológico—hasta cierto punto—pero consideran útil emplear el concepto de función como una estrategia regulativa y heurística. Y, asimismo, están los pensadores que consideran indispensable emplear conceptos finalistas (teleológicos, teleomecánicos, teleonómicos), como la función, en la explicación de lo vivo; estos pensadores sostienen que aquellos no son reducibles a causalidad física ordinaria.

---

<sup>24</sup> Habría que matizar que la innovación que introduce el ambiente darwiniano se da de la mano con el modo específico de distribuir las fuerzas que causan lo vivo pues, como algunos autores señalan: el pensamiento pre-darwiniano ya consideraba organismos plásticos respecto a su (o el) ambiente; y no sólo eso sino que este modo de pensar constituía la norma (Meloni, 2019). Aquí, la incorporación del ambiente sería innovador al contrastarlo con pensamientos como el aristotélico (*antes* de la idea de organismo), el cual, si bien considera factores ambientales como el alimento y el sol—en una red cuyo carácter recíproco se intensifica en la medida en que hay un alejamiento de los confines del Universo, especialmente en el mundo sublunar—insiste en los límites: la naturaleza de cada cosa como algo interno y, en cierto sentido, aparte del ambiente. En este sentido, quizá la perspicacia kantiana es reveladora pues, si bien la circunstancia y el ambiente es fundamental para lo viviente también hay que considerar un límite que hace suyo el ambiente así como los múltiples procesos de *asimilación*, transformación y configuración que lo vivo orgánico implica y no solamente en términos kantianos sino en términos de las transiciones hacia la individualidad, de la supresión de la variación intra-organismo y de la respuesta inmune. Sin restar por ello la capacidad plástica al organismo pero quizá sí insistiendo en los límites de tal plasticidad. En términos contemporáneos, esto se expresaría en la *tensión* entre el genoma o el organismo (sus micro y macro estructuras) y el ambiente pero, en cualquier caso, el carácter innovador o tradicional de una categoría como la de entorno o ambiente depende de con qué y cómo se le compare.

Respecto a la noción de función, propósito o fin como estrategia heurística para encontrar las leyes mecánicas que gobiernan lo vivo Kant ha representado un partaguas o un hito, y, no solamente eso sino que realizó uno de los primeros esfuerzos en orden de posicionar en el discurso convencional el ejercicio pleno de una ciencia natural que trata a todos los eventos como acaecimientos naturales, con la consigna de evitar recurrir a la intervención divina y de conceder a las cosas de la naturaleza la oportunidad de producir sus propios efectos en afinidad con leyes naturales. Otro tanto podría señalarse sobre la concepción preformacionista kantiana, esa que concibe la causa de la generación y del desarrollo del organismo vivo como un límite preformado o predisposición constreñida dentro de límites naturales determinados (un germen causado en parte por el poder formativo, que el ser humano sólo puede comprender en términos de fines, propósitos o funciones), pero acaso es más importante señalar que Kant trazó también los primeros pasos en la estrategia mecanicista de una concatenación o secuencia de causas eficientes.

En el mismo sentido que la teoría evolutiva actual refiere una sucesión lineal en el tiempo que va de causas externas (ancestro o progenitor viviente) a efectos (lo vivo reciente y su función), Kant hablaba de un germen, predisposición, límite preformado, alma o forma de la especie (localizado fuera del organismo recién generado, esto es, en el organismo vivo que le antecede, su progenitor o ancestro) como causa de un determinado organismo vivo en cuestión, su forma, su funcionamiento, su estructura, desarrollo y actividad presuntamente propia (efecto). Lo que cambia—parece ser—es la fuente de la entidad finalista (de haberla) y el modo de distribuir las fuerzas que inciden en lo viviente. La fuente de la entidad finalista en la filosofía kantiana proviene del sujeto cognoscente y del poder formativo (inescrutable) de la cosa viva, mientras que en el pensamiento evolutivo la fuente de la entidad finalista no es propiamente detallada pero ésta corresponde en algunas versiones teóricas a la selección natural. Si tanto Aristóteles como Kant y Darwin recurren a entidades mecanicistas y finalistas (causa eficiente y causa final) en orden de explicar lo vivo, vale la pena cuestionar qué problemas atiende el recurso mecánico y qué problemas atiende el recurso finalista.

La organización, comprensión o explicación de lo vivo por medios mecánicos resuelve la «aporía de la causalidad final» y la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*» (sólo cuando el mecanismo no es interno a la cosa viva en cuestión, en cuyo caso lo causado vivo o aquello a explicar coincide con su pretendida causa y no logra la distinción). Pero no resuelve la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo viviente—tendría que apelar a un principio de organización que explique el acontecimiento iterado de lo poco probable—ni la unidad de lo viviente. Del mismo modo, tampoco resuelve el problema del *origen* de lo vivo o lo vivo original porque no se detalla el salto que va de lo inerte a lo vivo ni la adquisición mecánica de capacidades como la replicación, reproducción u otras que den como resultado la preservación de lo vivo.

Lo que queda sin explicar cuando se prescinde de entidades como el alma, el primer moviente, el poder formativo o la selección natural—o, en su defecto, de otro principio de organización que explique la iteración del acontecimiento poco

probable (iapp)—es precisamente el *origen* de la vida y de lo vivo: el origen de la tendencia hacia la estructura funcional, hacia la (auto)generación, mantenimiento y preservación, el origen de la tendencia del desarrollo de lo vivo hacia un resultado predeterminado, el origen de las primeras especies, y, en suma, el *origen* de la unidad, orden y actividad propia de lo viviente.

La organización, comprensión o explicación de lo vivo por medios teleológicos (finalistas) elude la «aporía de la causalidad final» y resuelve conspicuamente la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*». Resuelve la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo viviente (especialmente cuando la fuerza directriz es interna a la cosa viva en cuestión) así como el problema de su unidad pues hay un fin que les justifica<sup>25</sup>. Y, además, atiende el problema del *origen* de lo vivo o lo vivo original porque, en mancuerna con el mecanismo material sensible o algo en lo cual actuar, justifica lo necesario y suficiente para que haya algo así como una entidad que se (auto)preserva y tiende hacia o busca sobrevivir— allí donde la persistencia es distinta de la resistencia.

Si bien *antes* y *después* de la idea de organismo, tal parece que, se acude al recurso mecánico y al recurso finalista, *después* de la idea de organismo se insiste de modo preponderante en el privilegio del mecanismo como causa (eficiente) en la explicación de lo vivo. El énfasis se manifiesta particularmente en algunos sectores del discurso de la biología, especialmente en la disciplina genética, pero otros sectores insisten en la tensión teleomecánica. La “síntesis moderna extendida” da cuenta de esa tensión a través de la versión finalista de la selección natural o del genoma. No obstante, se vislumbran ya varios intentos por deshacer la tensión y emancipar al mecanismo como causa de lo viviente.

No revisamos aquí, en este trabajo de tesis, manifestaciones recientes en la explicación de lo vivo como la(s) teoría(s) del origen de la vida—nuestros ejemplos recientes son la teoría evolutiva y la teoría (bio)artificial—pero las noticias más nuevas evidencian un esfuerzo por explicar lo vivo *reciente* y *original* estrictamente en términos mecánicos (Pearce *et.al.*, 2017) allí donde la brecha entre lo inerte y la estructura funcional viva se procura subsanar a través de entidades cósmicas o a través de acontecimientos abruptos y subrepticios: meteoritos, polvo interestelar o entidades de alta energía análogas a potentes láseres, casi como intentando encontrar el medio mecánico de la “chispa divina” que anima a la materia inerte. Al mismo tiempo, se ha venido gestando un discurso (plural) que insiste en la materialidad de lo vivo y en la “fluidez de identidad” respecto a su ambiente (Meloni, 2019) quizá en el mismo sentido que se habla de saltos cualitativos, mutaciones ontológicas y alteraciones de la naturaleza esencial (González Valenzuela, 2017), allí, la brecha entre lo inerte o *quasi* inerte e inorgánico y alguna estructura (¿funcional?) viva se procura subsanar a través de la categoría de entorno o ambiente. Mas, lo que queda de nuevo

---

<sup>25</sup> El problema del fin como algo interno a la cosa viva no es tanto su carácter inmaterial—pues éste se comprende en afinidad con leyes naturales mecánicas y datos o intuiciones sensibles—sino su carácter, en parte, externo: presuntamente puesto por el sujeto que conoce lo vivo, quien proyecta sobre ello la estructura técnica y práctica de lo humano actuante, para decirlo con Kant.

al centro, a nuestro juicio, es un esfuerzo por cerrar la brecha entre lo inerte y lo vivo<sup>26</sup>—de modo análogo al acercamiento que la teoría evolutiva, por ejemplo, logró entre el humano y el animal no humano—un “salto” o “transición” que queda aún inexplicado y que tendremos que dejar pendiente pues rebasa los límites de este trabajo de tesis<sup>27</sup>.

En lo que concierne a los modos de explicar lo vivo en la teoría hilemórfica, la teoría finalista y la teoría evolutiva, allí donde lo viviente está en el comienzo, si bien en una versión menos compleja o como una “estructura sencillísima”, nos parece ya nítido el cambio que exhibe la teoría evolutiva como un *después* de la idea de organismo respecto a la teoría hilemórfica como un *antes*.

La tesis que defendemos y respecto a la cual, a este punto, ya hemos desarrollado la estructura que le sostiene—problemas filosóficos que encuadran el problema de lo vivo, marcos conceptuales para pensar aquello que vive, delimitaciones de la categoría de lo vivo y principios de organización de lo viviente exhibidos antes y después de la modernidad—, afirma que hay un *antes* y un *después* de la idea de organismo en la comprensión o explicación de lo vivo. La piedra angular de nuestra estructura, como hemos visto, es la idea kantiana de organismo y según ésta es perceptible un cambio en los modos de dar cuenta de lo vivo: cambia el problema filosófico de interés, cambian los términos y/o sus semas, cambia la extensión de la categoría de lo vivo, y los énfasis se desplazan; muy especialmente, se desplazan los énfasis en las causas y los tipos de causalidad.

*Antes* de la idea de organismo el énfasis recae en la causa final para explicar lo viviente—el “para volar” del ala y del ave, el “para bien” del ave—, *con* la idea de organismo hay una tensión entre la causa final y la causa eficiente (causalidad teleomecánica)—el presunto “para crecer” o “para regenerarse” de la hoja y de la planta; el embrión que efectúa la raíz que efectúa el tallo que efectúa la hoja y que, juntos, efectúan la asimilación del nutriente (*e.g.* H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>) y la hoja regenerada—pero el énfasis comienza a desplazarse hacia la causalidad mecánica—las relaciones recíprocas entre las partes de la planta y la planta efectivamente realizada como un todo mecánico: los azúcares, las proteínas, las raíces, el tallo, las hojas, los aceites, las resinas, la fotosíntesis de la planta orgánica. *Después* de la idea de organismo el énfasis recae en la causa eficiente—el

---

<sup>26</sup> Porque ¿qué tan lejos se puede llevar la aseveración de que el límite entre lo vivo y su ambiente no es absoluto si sus naturalezas, tan móviles, situadas, interrelacionadas, entrelazadas y plegadas como se (re)quiera, son distintas? En orden de afirmarse algo de esta envergadura... un compromiso ontológico tal, tendría que explicar el flujo, tránsito o fluir que va de lo inerte a lo vivo.

<sup>27</sup> Como hemos visto, el recurso finalista se ha reinventado frecuentemente en la historia occidental del pensamiento de lo vivo (*e.g.* teoría hilemórfica, teoría finalista, teoría evolutiva; animismo, vitalismo, organicismo, holismo) pero una explicación robustamente mecánica y satisfactoria no se ha logrado aún—en ello radicaría su genuina novedad y radicalidad mas no necesariamente su carácter superior o inferior. En este sentido, valdría la pena no perder de vista las formulaciones actuales que intentan dar continuidad a los trabajos presocráticos de Demócrito o a los trabajos del siglo pasado de Bergson. ¿Puede explicarse lo vivo sin recurrir a *telos* y *psyché* (o sus análogos) y apelando exclusivamente a entidades como *physis*, *ousía*, *eidos/morphé*, *tò ti ên einai* y sus próximos y lejanos análogos—como átomo—que expresan necesidad y unidad, en conjunción con conceptos que expresan azar y contingencia? ¿Puede explicarse lo vivo en términos de corrientes y flujos no finalistas en la materia inerte o inanimada?

ancestro mamífero del topo ciego y de la estructura de su ojo rudimentario poco funcional en el subsuelo oscuro y terroso—y, en la medida posible de lo que toca a cada vertiente de pensamiento (*e.g.* mutacionistas, seleccionistas) y a cada versión teórica, por ejemplo, de la selección natural (*e.g.* creativa, filtro), la causalidad finalista se vuelve marginal o central—la selección natural conserva y acumula estructuras beneficiosas “para (/que permiten) sobrevivir” en determinados ambientes, así, por ejemplo, aquella no conserva fervientemente el ojo del topo que hace túneles y madrigueras donde vive su vida horadando, pues ¿para qué le resultaría ventajoso?

*Antes* de la idea de organismo la comprensión de lo vivo se justifica a través de una causa inmaterial interna a la cosa viva (causa/causado). Lo viviente causado, un ave por ejemplo, se justifica por un fin interno e inmaterial—*e.g.* “para volar”—que determina lo que el ave es, tal cual es (su forma esencial), al especificar el (o los) límite(s) de la(s) capacidad(es) definitoria(s) que caracterizan el movimiento de un ave en particular, y cuyo movimiento (el desplazamiento por medio de alas) está influenciado por una fuerza que suscita su actividad beneficiosa y su bien: el ave que vuela por los aires y se alimenta de peces, insectos, frutos o semillas; no se desplaza en el fondo marino, no tiene aletas, ni se alimenta de algo nocivo para sus plumas, tampoco se arrastra cerca de su depredador, ella vuela alto y de cuando en cuando aterriza. La justificación de lo vivo es el fin como causa que es la forma (alma) de lo viviente causado influenciado por un principio externo (primer moviente).

*Con* la idea de organismo se da cuenta de lo vivo a través de una causa final pero determinada en parte por una causa inmaterial presuntamente interna a la cosa viva (poder formativo), causada también por una causa racional (sujeto cognoscente) como principio externo a lo viviente causado. Lo viviente causado, un árbol por ejemplo, está justificado por una fuerza inmaterial, no externa mas inescrutable, que el sujeto cognoscente—presente en un investigador de la naturaleza por ejemplo—sólo puede comprender en términos de fines, propósitos o funciones: *e.g.* “para crecer”, “para regenerarse”, “para reproducirse”, “para preservarse”. Tal tipo de fin o actividad dota al árbol de su unidad y presunta actividad propia, reúne sus mecanismos y múltiples actividades, de tal modo que puede ser conocido de modo ordenado. Asimismo, *con* la idea de organismo, se da cuenta de lo vivo a través de causas eficientes (causa/efecto) subordinadas a la causa final: por ejemplo, los azúcares que efectúan las proteínas que efectúan las raíces que efectúan el tallo que efectúa las hojas que efectúan los aceites y las resinas, o bien, la fotosíntesis de la planta orgánica con vistas a su crecimiento, regeneración, y, en suma, con vistas a su preservación como un “para generar”.

*Después* de la idea de organismo la explicación de lo vivo se mecaniza, ya no se trata del mecanismo o de los mecanismos y actividades ordenados y unificados por un fin sino que los mecanismos quedan sueltos. Ya no es prioridad justificar qué hace que todas las actividades y mecanismos de, por ejemplo, un topo vayan reunidas de un sitio a otro—horadando, por ejemplo, en conjunto. ¿Por qué el topo tiene algo así como órganos, por qué la respiración y el olfato del topo le siguen a donde van sus garras? ¿Por qué el organismo del topo combate agentes extraños y asimila su alimento? ¿Por qué los órganos, las células

(y el ADN) del topo no se separan y se marchan? ¿Por qué no se integran a la tierra y se difuminan en ella? ¿Por qué no se desintegra el topo con el impulso que lo lleva de un lado a otro y a razón de su fugaz inercia? Ya no es aquí importante.

*Después* de la idea de organismo la diferencia entre la causa de lo causado se convierte en diferencia entre mecanismos (causa/efecto) que obvian la pertenencia de determinada serie de mecanismos y actividades a *una* cierta identidad. Por ejemplo, la forma o especie del ancestro o progenitor vivo—*un* mamífero—como causa (eficiente) de lo viviente efectuado: *un* topo ciego. Ahora bien, cuando el mecanismo causante no es externo (*e.g.* el ancestro o progenitor) sino interno a lo viviente efectuado, *e.g.* la forma o especie de lo viviente en cuestión, su estructura material, por ejemplo anatómica o fisiológica, e incluso su genoma, el problema que la explicación mecánica de lo vivo (re)abre es, precisamente, el problema de la distinción «causa/causado» y/o «*explanandum/explanans*»: el genoma y las estructuras materiales constituyentes del topo siguen siendo el topo mismo (re)descrito a otro nivel, *i.e.* molecular o microscópico; es decir, tales mecanismos no dejan de ser el mismo topo que queremos explicar y cuya causa, se esperaría, tendría que indicarse según las exigencias lógicas de un marco causal.

Otros problemas que la mecanización (en las explicaciones) de lo vivo implica son: el problema del *origen* de lo vivo o lo vivo original—cuando el mecanismo es puro—y el problema de la unidad de lo vivo y su (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada—cuando no se incluye un principio que explique la iteración del acontecimiento poco probable (iapp). Una vez que el recurso al ancestro llega a su límite lo que queda es una cosa viva primigenia (*e.g.* una “estructura sencillísima”) o la primera especie mamífera o animal (*e.g.* organismo eucarionte) en el caso del topo; lo que queda pendiente y se abre como problema es explicar cómo y por qué se adquiere mecánicamente la capacidad de reproducción, cómo surgió esa primera especie y ese primer organismo (*e.g.* unicelular) y cómo es que logró conservar y acumular tantas estructuras funcionales ventajosas en medio de la contingencia y los incontables accidentes sin valerse de uno o varios principios como la selección natural en su versión finalista.

En suma, *después* de la idea de organismo, se da cuenta de lo vivo a través de un mecanismo interno a la cosa viva (*e.g.* el genoma, la estructura anatómica y fisiológica del topo ciego) como causa de la misma (*e.g.* topo), causada o determinada a su vez por otras determinaciones y principios mecanicistas y finalistas—causa eficiente y causa final—internos y externos, directrices y no directrices, según la vertiente de pensamiento y la versión teórica; así, *después* de la idea de organismo, determinan lo viviente: la naturaleza del genoma u organismo vivo (*e.g.* topo ciego), los otros organismos vivos (ancestro o progenitor: *e.g.* mamífero), el ambiente (suelo subterráneo), la selección natural (*i.e.* conserva y acumula estructuras que beneficien o permitan mejorar garras y nariz, pormenoriza ojos), la contingencia y el azar (*e.g.* lugar geográfico continental específico, desplazamiento en agua y horadación de hielo y nieve, alimento específico de entre los posibles, posesión de ojos minúsculos o subcutáneos).

*Después* de la idea de organismo las causas eficientes y las causas finales de lo vivo se escinden, aunque bien pueden coexistir en el interior de la cosa viva—está el genoma, la nariz (sistema respiratorio), las garras (sistema óseo, muscular, queratina) y los ojos como algo interno a la cosa viviente pero también está la selección natural. La causa eficiente se vuelve insignemente preponderante pero no logra emanciparse de la causa final (el mecanismo depende de la selección natural). *Después* de la idea de organismo lo vivo se explica en términos de una estructura *funcional* que persiste (regulación, mantenimiento, generación: nutrición, crecimiento, reproducción, desarrollo predeterminado; y demás actividades que dan como resultado la preservación), se explica desde el sí mismo (cosa viva, órganos, células, genoma, selección natural) y también desde lo otro (ambiente orgánico e inorgánico, contingencia, azar) pero primordialmente se explica desde la materia y desde el mecanismo en relación con una entidad inmaterial y directriz. ¿Qué sucede después de la idea de organismo en la concepción de lo vivo en otras manifestaciones actuales de la explicación de lo vivo?

## CAPÍTULO 4

### (BIO)ARTIFICIALIDAD: LO VIVO INTERVENIDO

Los conceptos o principios de organización a través de los cuales pensadores contemporáneos comprenden y explican lo vivo a partir de la experiencia del (bio)artefacto son *bíos* y *téchne*. Para entender lo que es *bíos* y lo que es *téchne* hay que entender primero el problema filosófico que interesa a estos pensadores interdisciplinarios y las distinciones que establecen entre lo vivo o viviente, el principio interno que hace brotar la vida de lo vivo natural y el principio externo que interviene lo vivo.

El problema con el que se encuentran las autoras de la teoría (bio)artificial es el problema del mundo (bio)tecnológico, esto es, un momento en la historia en el que pareciera que las condiciones necesarias y suficientes para que una entidad sea clasificada como viva son compartidas por lo artificial (González Valerio, 2012). La herencia aquí es aristotélica, kantiana y, quizá, darwiniana y heideggeriana. Buena parte de la teoría (bio)artificial puede exponerse partiendo de las reflexiones naturales y técnicas de autores como Aristóteles, Kant, Darwin, Heidegger, y a partir de ahí, de la discusión con éstas tomando en cuenta el acontecimiento del (bio)artefacto del siglo XXI. Expongamos primero algunas de estas reflexiones antes de definir lo que se entiende por bio(arte)facto.

En el capítulo noveno del libro séptimo (*Z*) de la *Metafísica* Aristóteles aborda el tópico de la salud como algo producido espontáneamente y—en algunos casos—también por arte o técnica (*téchne*). A diferencia de algunas cosas técnicas como la casa, la cama o la prenda de vestir hay cosas que pueden ser generadas espontáneamente sin mediación de un agente que posee técnica pero que *también* pueden ser influenciadas por la técnica. Citamos un pasaje de la *Metafísica* que, a nuestro juicio, es una especie de semilla intelectual de la teoría (bio)artificial:

Cabría plantearse la aporía de por qué ciertas cosas—como la salud—se generan por arte y espontáneamente y, sin embargo, otras—como una casa—no. La causa de ello estriba en que en ciertos casos la materia que da principio a la generación, cuando se produce y se genera algo por arte y que contiene en sí una parte de la cosa generada, tal <materia> es, en unos casos, capaz de moverse por sí misma y en otros casos no; y en el primer supuesto, la hay capaz de moverse precisamente de tal manera, y la hay incapaz de ello. Muchas cosas, en efecto, son capaces de moverse por sí, pero no precisamente de tal manera, por ejemplo, de bailar. Pues bien, aquellas cosas—como las piedras—cuya materia es de este tipo es imposible que se muevan precisamente de tal manera, a no ser bajo la acción de otro, pero sí que pueden moverse de tal otra manera, y éste es el caso del fuego. Por ello, unas cosas no llegan a existir si no actúa el que posee arte, mientras que otras cosas sí. En efecto, serán puestas en movimiento por agentes que no poseen el arte, pero que pueden ser movidos por otros que no poseen arte, o bien <el movimiento se originará> desde una parte (VII, 9 1034a 9-21).

En este pasaje, según interpretamos, se considera (a) la producción o generación de artefactos a partir de materia animada o natural, lo que hoy sería la producción de artefactos a partir de material biológico (*e.g.* poblaciones vivas, organismos, tejidos,



órganos, células, material genético y correlatos), es decir, a partir de materia viva o natural<sup>28</sup>: materia capaz de moverse. Se considera asimismo (b) una influencia sobre el movimiento de la materia que ya es capaz de moverse por sí misma, esta influencia sobre la manera en que se mueve lo espontáneamente movido es ejecutada por la técnica y, así, se consideran (c) cosas que llegan a existir sólo si interviene la técnica o el que posee arte. Y a la par que (d) el técnico (*e.g.* artesano, arquitecto, artista, ingeniero) como causa externa que influencia la manera de moverse lo espontáneamente movido se considera también (e) lo natural y lo no intencional ni poseedor de arte (*e.g.* sol, viento, órgano, animal) como causa externa de aquello movido por otro y por sí: lo natural artefactual. Dichas consideraciones son clave en la teoría (bio)artificial.

En el párrafo §64 de la *Crítica del Juicio* Kant insiste en el carácter espontáneo (movimiento por sí) de la materia orgánica o de lo vivo orgánico y en la dificultad a la que la técnica humana se enfrenta en su intento por (re)construir dichos productos naturales. En este sentido, el desafío más grande que descompensa a la vertiente mecanicista es producir algo vivo a partir de lo inerte (cfr. Shelley, 2016 [1818]; Mestas, 2016), un reto de dimensiones colosales que, en tanto no se logre en términos explicativos, narrativos o productivos, imposibilita cerrar la brecha entre los productos orgánicos de la naturaleza y los productos (in)orgánicos de la técnica. Al respecto del distanciamiento, todavía vigente, entre los productos naturales orgánicos y los productos del arte Kant señala en la *Crítica del Juicio*<sup>29</sup>:

Pues aunque, en lo que se refiere a sus partes constitutivas recibidas de la naturaleza exterior, debe ser considerada sólo como producto, sin embargo, en la separación y nueva conexión de esa materia bruta se encuentra una originalidad tal de la facultad de separar y de formar en esa clase de seres naturales [plantas: árboles], que todo arte permanece infinitamente lejos de ella, al tratar de reproducir, con los elementos recibidos por análisis de aquellos, o también con la materia que la naturaleza les da como alimento, esos productos del ramo vegetal / For though in terms of the ingredients that the tree receives from nature outside it we have to consider it to be only an educt, still the separation and recombination of this raw material show that these natural beings [organic beings: plants] have a separating and forming ability [formative power] of very great originality; all our art finds itself infinitely outdistanced if it tries to reconstruct those products of the vegetable kingdom from the elements we obtain by dissecting them, or for that matter from the material that nature supplies for their nourishment (§64, 371.20-27).

Hoy, la técnica humana todavía no ha logrado (re)construir organismos vivos como las plantas a partir de materia inerte o materia en bruto pero los avances técnicos, que van de mediados del siglo pasado hasta el siglo y la década presentes, ya permiten (re)construir organismos vivos a partir de los elementos que se obtienen al diseccionarlos (*e.g.* tejidos, células y material genético). Estos avances o novedades técnicas son las que van a permitir a la teoría (bio)artificial discutir con autores

---

<sup>28</sup> Llama la atención que, a pesar de que se trata la capacidad de movimiento por sí (en sí/por sí), los ejemplos de Aristóteles no son solamente las cosas animadas como el cuerpo vivo enfermo o sano (lo capaz de sanar y poseer salud) sino las cosas inanimadas (la piedra) y el elemento (el fuego): cosas que son por naturaleza y tienen *physis*. Ver nota anterior (nota al pie número 22).

<sup>29</sup> Hago uso de la versión en español de Manuel García Morente (1997) y de la versión en inglés de Paul Guyer (2000).

como Aristóteles y Kant pero también con autores como Darwin y Heidegger. Tanto el filósofo alemán como el naturalista británico van a insistir en el carácter espontáneo (movimiento por sí) de lo natural y en las limitaciones de la técnica humana.

En el capítulo IV de *El origen de las especies por medio de la selección natural* Darwin nota las limitaciones de la técnica y selección humana a modo de producción doméstica en lo que toca a la producción de variaciones—como hemos visto en el capítulo anterior la teoría de la producción de variaciones es una estrategia nodal de la teoría evolutiva en orden de explicar la estructura funcional reciente de lo vivo:

Tengamos presente el sinnúmero de variaciones pequeñas y de diferencias individuales que aparecen en nuestras producciones domésticas, y en menor grado en las que están en condiciones naturales, así como también la fuerza de la tendencia hereditaria. Verdaderamente puede decirse que, en domesticidad, todo el organismo se hace plástico en alguna medida. Pero la variabilidad que encontramos casi universalmente en nuestras producciones domésticas no está producida directamente por el hombre, según han hecho observar muy bien Hooker y Asa Gray; el hombre no puede crear variedades ni impedir su aparición; puede únicamente conservar y acumular aquellas que aparezcan [de modo análogo a la selección natural] (Darwin, 2009 [1859], p.98).

Pareciera que el organismo natural y su límite conformara una barrera infranqueable—si bien plástica—por lo externo: tanto por el técnico como por lo ambiental (condiciones naturales). Y Heidegger no estima distinto, para él la técnica humana es solamente un apoyo que orienta mejor lo natural y la naturaleza (*physis*) en la medida que adquiere un conocimiento de la naturaleza, en la medida en que la técnica es un “entender del asunto” y en la medida en que es un entendimiento de la forma y del fin (de la disposición de partida, de la movilidad, de la capacidad) de la cosa natural. En su texto “Sobre la esencia y el concepto de la Φύσις. Aristóteles, *Física* β, 1” el pensador de Messkirch contrasta el principio de la técnica (*téchne*) y el principio de la naturaleza (*physis*):

Hijo de médico, Aristóteles también gusta de usar en otros contextos ejemplos de la πράξις [*prâxis*] médica. Aquí [en *Física* β, 1 192b 23-27] nos pone el ejemplo de un médico que se trata a sí mismo y se cura. Aquí se entrelazan dos tipos de movilidad de modo particular: la ἰατρεισις [*iatreysis*] (es decir, la medicina como τέχνη [*téchne*]) y la ὑγίαισις [*ygíaisis*] (la curación como «φύσις» [*physis*]). En el caso propuesto del médico que se sana a sí mismo, ambos movimientos se encuentran en uno y el mismo ente, en esa persona concreta. Esto vale incluso para la correspondiente ἀρχή [*arché*] de los dos «movimientos». El «médico» tiene la ἀρχή [*arché*] de la curación ἐν ἑαυτῷ [*en eayto*] en sí, pero no καθ’ αὐτόν [*kath’ aytón*], no conforme a sí mismo [en sí/por sí], no en la medida en que es *médico*. La disposición de partida para la curación no es el hecho de ser médico, sino el hecho de ser hombre, y esto también y únicamente en la medida en que el hombre es un ζῷον [*zoon*], un ser vivo que sólo vive en la medida en que «*tiene un cuerpo vivo*». Tal como decimos nosotros mismos, la que constituye el auténtico punto de partida y la disposición para la curación es la «naturaleza» sana y capaz de ofrecer resistencia. Sin esa ἀρχή [*arché*. *physis*] toda medicina permanece inútil. (...) Pero incluso suponiendo que el médico más avanzado no sólo evitara provisionalmente la muerte, sino que de verdad sanara, también en este caso el arte médico se ha

limitado a apoyar y a orientar mejor a la φύσις [*physis*]. La τέχνη [*téchne*] sólo se limita a salir al encuentro de la φύσις [*physis*], sólo puede ayudar más o menos a la curación. Pero en cuanto τέχνη [*téchne*] nunca puede sustituir a la φύσις [*physis*] y convertirse en su lugar en la ἀρχή [*arché*] de la salud en sí. Esto sólo podría ser de este modo si la vida en sí se convirtiera en un producto fabricado «técnicamente» producible (...). Allí, en donde el aspecto [fin, forma, puesto por el técnico humano] se da por satisfecho con tal de mostrarse y en donde mostrándose se limita a dirigir, esto es, casi a representar o a entender del asunto en su producción, pero sin *llevar a cabo* la producción misma, ahí el producir es un *hacer* [ποίησις] (Heidegger, 2000 [1939], pp.213-214; 239).

Hoy, la técnica humana todavía no ha logrado fabricar técnicamente la vida; interviene lo vivo, sí, y produce técnicamente lo viviente (*e.g.* un organismo manipulado) a partir de lo viviente (*e.g.* una célula o la fusión de dos)—produce haciendo sin llevar a cabo—pero no ha logrado cerrar la brecha entre la estructura inerte y la estructura viviente en un gesto productivo, ni siquiera en un gesto robustamente explicativo, es decir, todavía no hay un entender del asunto. La hazaña del doctor *Frankenstein* continúa siendo todavía ciencia ficción (Shelly, 2016 [1818]; Mestas, 2016), la ciencia convencional no ha logrado aún animar la materia inerte<sup>30</sup>.

Lo que sí ha logrado la técnica humana, conspicuamente en el siglo XXI, y que ya era considerado en el pensamiento aristotélico y heideggeriano es una influencia sobre el movimiento de la materia viva (/inerte) que ya es capaz de moverse por sí misma, una influencia sobre la manera en que se mueve lo espontáneamente movido; (bio)artefactos como los clones (*e.g.* los erizos de mar de Driesch, las salamandras de Spemann, las ranas de Gurdon, las ovejas Megan y Morag o Dolly, la vaca Marguerite, los monos Zhong Zhong y Hua Hua) y los transgénicos (*e.g.* la oveja Polly, la coneja Alba, la planta Edunia) ejemplifican dicho tipo de influencia, ese tipo de influencia que la técnica humana logra respecto a lo natural, pero además cuestionan el grado de radicalidad de tal influencia: ¿al determinar, el ambiente técnico e incluso el ambiente natural, lo que un organismo vivo *efectivamente* hace—dentro de los límites de lo que eso vivo *puede* hacer—se transforma la esencia de lo vivo? ¿con la determinación técnica y natural externas, tambalea el carácter autodeterminante de lo vivo natural en cuestión?

En cualquier caso, la teoría (bio)artificial considera un principio presuntamente interno (*bíos*) de lo vivo o natural y un principio externo (*téchne*) y enclava su reflexión en la experiencia del bio(arte)facto. El término bio(arte)facto es introducido en la literatura como un neologismo y concepto filosófico en 2001 por la filósofa y bióloga Nicole Christine Karafyllis: “[t]he

---

<sup>30</sup> La pregunta planteada en el capítulo anterior (nota al pie número 10) insiste: ¿es comparable el tipo de (dis)continuidad que va de una especie a otra o de un embrión no integrado a uno propiamente integrado (*e.g.* del cigoto o embrión unicelular a la mórula y de la mórula a la gástrula pasando por la blástula hasta llegar al feto) con el tipo de (dis)continuidad que va de lo inerte a lo vivo? Y es que parecería que una cosa es llevar al mundo de la ciencia cotidiana lo prefigurado en ciencia ficción, por ejemplo, la clonación (cfr. Huxley, 2017 [1932]; Spemann [1938] en Wilmut *et.al.*, 2000) allí donde lo vivo clonado (*e.g.* erizo de mar, salamandra, rana, oveja) surge de lo vivo (*e.g.* embrión escindido, célula enucleada, embrión (re)construido, célula fusionada, embrión implantado) y otra cosa es animar lo que parece muerto. Cuando menos, nos parece, la hazaña se juega en diferentes niveles.

term ‘biofact’, a neologism comprised of (gr.) ‘bios’ and ‘artifact’, refers to a being that is both natural and artificial. It is brought into existence by purposive human action, but exists by processes of growth” (2007, p.5). Según la autora, a nivel conceptual, el término permite la pregunta por la distinción entre la naturaleza y la tecnología, pues, parece que la vida ya no es un candidato que se encuentre de modo seguro al interior de la categoría de naturaleza porque hoy día el crecimiento—no solamente la construcción—constituye un medio para el diseño. En este sentido, los bio(arte)factos están vivos porque crecen pero su formación ya no responde (exclusivamente) a la autodeterminación:

Human action and natural growth interfere in the act of designing, producing cloned individuals as well as biomaterials and transgenic organisms. The interesting point is that for the design process of the living object the activity duration is determined by growth, not by human action (Karafyllis, 2007, p.5).

De acuerdo con la pensadora greco-alemana, si bien el crecimiento biológico no puede ser suplantado o sustituido por la técnica en la producción de bio(arte)factos, la ciencia experimental puede estimularlo y provocarlo de tal modo que la naturaleza queda reducida al abstracto punto inicial de la *génesis*. Así, lo que crece puede ser comprendido como natural y como artificial. Por un lado, las (bio)tecnologías provocan cambios cuantitativos y cualitativos en los patrones de crecimiento. Por otro lado, el diseño de objetos vivos aún está (de)limitado por tipos de crecimiento organismo-específicos. Es decir, la influencia técnica presupone formas de crecimiento naturales previamente existentes y el proceso de diseño implica la vida de entidades vivas precursoras. Tomando en cuenta ambos lados o aspectos de la (bio)tecnología actual, los bio(arte)factos implican (re)pensar las delimitaciones y colindancias de la categoría de la naturaleza y de lo natural, de la vida y de lo vivo, de la técnica y de lo técnico, de la artificialidad y de lo artificial. En su artículo “Biofactos del arte. Los retos filosóficos y sociales del bioarte” Karafyllis entresaca de nuevo los desafíos que los bio(arte)factos representan para la reflexión filosófica:

Los biofactos son conceptualmente problemáticos para la autonomía del crecimiento en tanto se comprende como un dinamismo propio. Ahí yace la frontera con lo técnico; puesto que los científicos, mediante la biotecnología, pueden actualmente intervenir en el crecimiento del ser vivo en el núcleo y, con ello, en el origen—y es justo ese crecimiento el que distingue al ser vivo en cuanto tal—, es necesario un concepto que haga evidente la superación de ese límite sin borrar por ello el límite mismo, pues las fronteras son importantes para la orientación del propio proyectarse del ser humano (2014, p.83).

Lo que queda puesto delante en la teoría (bio)artificial es la superación, disipación, eliminación y, en suma, la (re)definición de límites<sup>31</sup>. El límite de lo vivo como aquello que se autodetermina, por ejemplo. La madurez intelectual que alcanza el

---

<sup>31</sup> Parece que el límite está entendido como principio, es decir, como aquello que hace que algo sea, se produzca o se conozca: “*lo primero a partir de lo cual* algo es, o se produce, o se conoce” (*Met. V*, 1 1013a 17-22). Ejemplos de límites son: el fin de cada cosa, la esencia y la forma de cada cosa, la naturaleza y el elemento, el pensamiento y la voluntad—en esta dirección apunta Aristóteles en la *Metafísica* donde dice sobre el límite: “‘límite’ se dice en todos los sentidos en que se dice ‘principio’, y en más aún, ya que el principio es un tipo de límite, pero no todo límite es

pensamiento de la (bio)artificialidad germina la semilla del proyecto aristotélico en una aseveración imprevista y, con ello, novedosa: aquello que es la naturaleza, lo natural, la vida, lo vivo, la técnica, lo técnico, la artificialidad, lo artificial, etcétera, pende de un límite alterable y circunstancial. Lo que se gana aquí es la conciencia histórica. El límite alterable y circunstancial, por ejemplo, de lo vivo, está determinado no solamente por la materia y su naturaleza (la gran incógnita), el lugar de referencia de las percepciones y sensaciones, las potencialidades o capacidades presuntamente propias de un sector material-sensible limitado y limitable, sus partes o componentes (de tenerlos) y sus fuerzas internas, sino por fuerzas externas que tampoco se agotan en la intervención de la materia por lo vivo, lo orgánico y lo inorgánico (otros seres vivos, factores bióticos y abióticos), por las leyes naturales y por la energía, sino que incluyen el momento histórico y la época, el contexto político y económico, la técnica y los fines humanos (intereses y conveniencias) y también la negociación. En esta dirección, la filósofa y curadora María Antonia González Valerio indica sobre el límite y sobre la vida:

Nada es a menos que sea dentro de ciertos límites, por más flexibles, plásticos y porosos que los queramos. La vida es lo que sucede dentro de ciertos límites, igual que el organismo o que la materia. El pensamiento no se ha cansado de inventar el trazo de lo límite y por tanto de establecer los contornos de lo que puede llegar a ser. Pero éstos los estamos variando constantemente de acuerdo al espacio-tiempo, a las funciones, a las alteraciones, a las unidades, a las relaciones... El límite es lo que viene a ser a cada instante (2016, p.292).

El proyecto de una filosofía natural para el siglo XXI que la pensadora mexicana traza en *Cabe los límites. Escritos sobre filosofía natural desde la ontología estética* se pregunta precisamente por la idea de naturaleza que corresponde a nuestra contemporaneidad y vislumbra nuevos límites para lo vivo, allí donde la fabricación de conceptos ontológicos podría darse desde un trato con la materia que se desenvuelva entre experimentación, producción, artefactualidad y vida:

La filosofía natural en consecuencia, considera lo vivo desde márgenes y límites abiertos, en los que hay más tránsitos que permanencias, donde [por ejemplo] lo animal puede aparecer como acaecimiento y dejar de ser un organismo vivo, un conjunto organizado de partes y funciones, para venir a ser un momento, un paso, un ocaso. (...) Lo que entra en juego en el aparecer de esos límites es también circunstancial. Y las circunstancias van ocurriendo. ¿Desde dónde? Nada queda fuera, por eso hay que incluir las máquinas de visualización y cuantificación; por eso hay que usar las manos y tocar lo vivo y pensar desde allí (2016, pp.186, 190-191).

La (re)definición de límites constituye junto con la experiencia del (bio)artefacto uno de los aspectos clave de la teoría (bio)artificial. Definiciones ya propuestas respecto a límites de lo vivo son por ejemplo: lo *no* artificial, la organicidad, la estructura y las funciones complejas, la composición individual, el movimiento autónomo, la herencia y la evolución, la adaptación y el aprendizaje, el metabolismo, el crecimiento, la reproducción o la generación (González Valerio, 2012). Y

---

principio” (V, 17 1022a 11-12). Los límites son eso que determina, pareciera que permiten decir y decidir esto es tal, llega de aquí a acá, comienza allí y allá ya no es esto, es esto otro.

límites extendidos de lo vivo se encontrarían en diferentes campos de la ciencia como la astrofísica, la geofísica, la geología, la ecología, la química y la (epi)genética (González Valenzuela, 2017; Meloni, 2019) pero no solamente ahí sino también, por ejemplo, en las culturas mesoamericanas:

Si resulta interesante en este contexto lo mesoamericano, es porque presenta límites extendidos para considerar lo vivo, lo cual no se circunscribe a lo biológico, sino que incluye artefactos (*e.g.* las herramientas agrícolas o los enseres domésticos), organismos vivos, fenómenos meteorológicos e inorgánicos. Lo vivo no es el organismo, sino también sus circunstancias y su entorno, aquello que lo posibilita (incluido ahí lo humano, por ejemplo, en el caso paradigmático del maíz) (González Valerio, 2016, p.189).

Límites extendidos de lo vivo quizás aguardan en lugares todavía insospechados por nosotras pero en lo que alcanza a vislumbrarse hoy el recurso al ambiente parece ya un lugar común—en las teorías del origen de la vida, en el discurso plural que apela a una “fluidez de identidad”, a saltos cualitativos, a mutaciones ontológicas, a alteraciones de la naturaleza esencial—del que sólo faltaría explicar la brecha o transición respecto a lo viviente<sup>32</sup>. La teoría (bio)artificial sugiere algunos sitios desde los cuales puede apelarse al ambiente como recurso para encontrar límites extendidos de lo vivo: las lenguas mesoamericanas y la categorización indígena (*e.g.* mixteca, purépecha, nahua, maya<sup>33</sup>), la teoría evolutiva, la filosofía de Uexküll, la filosofía de Canguilhem, la ciencia y filosofía de Lewontin, la producción técnica (Negrotti, 2002; Thacker, 2005; González Valerio, 2016; 2017).

Tal como la reflexión en torno a límites extendidos de lo vivo refrenda: la superación, disipación, eliminación y, en suma, la exploración y (re)definición de límites es uno de los aspectos clave de la teoría (bio)artificial. No obstante, en cuanto teoría, el pensamiento de la (bio)artificialidad se compromete ya con algunos límites (si bien provisionales) de lo vivo y de la naturaleza, tanto como se compromete con algunas ideas acerca de los métodos de producción de los (bio)artefactos. El pensamiento de la (bio)artificialidad, por ejemplo, considera como límite imprescindible de lo vivo la multiplicidad unitaria (González Valerio, 2012) y considera a la naturaleza como limitada por potenciales propios que resisten la provocación técnica

---

<sup>32</sup> Nosotras proponemos un *ensayo* de los límites extendidos de lo vivo en el cruce de filosofía, ciencia y tecnología en los siguientes términos: tomar como punto de partida el límite de (la materia, el elemento y) la naturaleza con las dimensiones preliminares que le son dotadas en el pensamiento aristotélico mas diferidas por la filosofía materialista y mecanicista de Demócrito y la filosofía materialista y vitalista de Bergson; luego, (re)establecer las dimensiones de los límites que abren la brecha que separa a lo vivo de lo inerte mediante los descubrimientos (*e.g.* complejo genético, división y diferenciación celular, transiciones hacia la individualidad, simbiogénesis y epigénesis), invenciones (*e.g.* síntesis de compuestos orgánicos, síntesis y regulación de ADN y ARN, clonación y transgénesis) y narrativas (teorías del origen de la vida) del siglo XXI y de finales del siglo pasado; explicar robustamente la brecha o transición que va de la estructura inerte a la estructura viva y ver si el cambio de las dimensiones de la brecha repercute en las dimensiones de los límites de lo vivo. Ver nota al pie número 23, 22, 21, 14, 11 y 2.

<sup>33</sup> Podrían agregarse aquí también las lenguas septentrionales de América central como las lenguas yumanas: la categorización indígena kumiay, cucupá, paipai y kiliwa. Por ejemplo, las relaciones semánticas entre los vocablos kumiay para nombrar la tierra-territorio-lugar-mundo, la unidad temporal macro (año), el cuerpo y la piel, la arcilla, el sí-mismo, la relación uno a otro, el pronombre todos y la acción de reunirse (Miller y Langdon, 2008).

(Karafyllis, 2008) o como fuente inagotable de complejidad, integración, dimensiones, niveles de observación, propiedades, funciones o actividades, aspectos, estructuras, materiales y procedimientos (Negrotti, 2002).

Por último, los métodos de producción de (bio)artefactos que la teoría (bio)artificial expone y defiende toma en cuenta etapas de representación, reducción, análisis, sustitución, aislamiento e integración (descontextualización y recontextualización), síntesis, automatización, diseño, simulación y fusión o construcción (Negrotti, 2002; Karafyllis, 2007).

En suma, los tres aspectos clave de la teoría (bio)artificial son: (1) una conciencia histórica del límite (*e.g.* de lo natural, de lo vivo, de lo técnico, de lo artificial), (2) la experiencia del (bio)artefacto, (3) los métodos de producción del (bio)artefacto. Además, como hemos visto, las consideraciones clave en la teoría (bio)artificial son: (a) la producción o generación de artefactos a partir de materia viva o natural: materia capaz de moverse; (b) una influencia sobre el movimiento de la materia que ya es capaz de moverse por sí misma o una influencia, ejecutada por la técnica, sobre la manera en que se mueve lo espontáneamente movido; (c) cosas que llegan a existir sólo si interviene la técnica o el que posee arte; (d) el técnico (*e.g.* artesano, arquitecto, artista, ingeniero) como causa externa que influencia la manera de moverse lo espontáneamente movido; (e) lo natural y lo no intencional ni poseedor de arte o entendimiento (*e.g.* sol, viento, órgano, animal, ambiente) como causa externa de aquello movido por otro y por sí: lo natural artefactual.

Hemos señalado en seis cuartillas el problema que interesa a los pensadores de la (bio)artificialidad y el modo en que comienzan a considerarlo. Las distinciones que establecen entre lo vivo o viviente, el principio interno que hace brotar la vida de lo vivo natural y el principio externo que interviene lo vivo se insertan en el problema del mundo (bio)tecnológico, esto es, un momento en la historia en el que pareciera que entidades vivas y artificiales comparten rasgos característicos. En resumen, se recurre a *bíos* y *téchne* con la intención de atender dicho problema.

Para decirlo pronto, en la teoría (bio)artificial la vida es movimiento (auto)determinado, esto es, la función o actividad natural. Por ejemplo, el crecimiento de las plantas, de los niños y del cabello, la nutrición, crecimiento, desarrollo, regeneración y reproducción de un organismo genéticamente manipulado como un maíz transgénico o una oveja clon, o bien, de un órgano artificial explantado, trasplantado e implantado como un riñón. En breve, *crecer*, *reproducirse* y *regenerarse* es vida en tanto cada cual es una expresión del movimiento (auto)determinado. Parece que, a diferencia de los teóricos de la evolución, de Darwin y, hasta cierto punto, de Kant, los pensadores de la (bio)artificialidad insisten en la distinción entre la vida como movimiento y persistencia o resistencia, y, en contraste, lo vivo como lo capaz de una actividad o función presuntamente característica. Lo vivo en teoría (bio)artificial es lo intervenido. Por ejemplo, un virus, una bacteria, una planta, un animal, sus partes, sus colectivos y sus simbioses. El principio externo que interviene lo vivo es la *téchne* aplicada por un ser con o sin entendimiento (por ejemplo, un animal o un componente ambiental abiótico) y el principio interno que hace brotar la vida

de lo vivo natural es el *bíos* que llega a identificarse con la vida siendo aún algo distinto pues es su causa (por ejemplo, una potencia propia persistente y resistente a la intervención externa).

#### *Entidad viva: movimiento intervenido*

¿Qué es lo vivo en la teoría (bio)artificial? Hemos dicho ya que lo vivo es lo intervenido: lo que persiste, resiste y se mueve, esto es, lo capaz de una actividad o función presuntamente característica cuyo movimiento es influenciado por fuerzas externas; y, hemos dicho que la bacteria, la planta, el animal y el simbiote son ejemplos de lo vivo. En lugar de hablar de la distinción entre las cosas naturales vivas y las cosas técnicas, conviene aquí hablar del límite y de los límites de lo vivo pues, la distinción entre lo artificial, lo natural y lo vivo es lo que aquí se encuentra en cuestión.

La vida, lo viviente y lo vivo son pensados como límite(s), estrechado(s) o extendido(s)—incluso palpitante(s)—según las circunstancias y el ‘en’, *i.e.*, el espacio, la época, el territorio, el entorno, el ambiente, el lugar (González Valerio, 2016; 2018). La vida se presenta como una noción o definición acotada por una imagen del pensamiento: un concepto central o marcador de posición que define la vida (*e.g. psyché*, materia bruta o mecanismo; electricidad, gémulas, pangenes, ADN, código o programa genético) y la articulación de fronteras, del tipo: animado/inanimado, orgánico/inorgánico, vivo/no vivo (Thacker, 2014; *cf.* 2010).

En conclusión, la entidad viva es aquello intervenido: lo que persiste, resiste y se mueve, es decir, lo capaz de una actividad presuntamente característica cuyo movimiento es influenciado por fuerzas externas que le intervienen; antes bien, la entidad viva es un límite alterable y circunstancial, por ejemplo, la multiplicidad unitaria y lo que crece (Karafyllis, 2007; González Valerio, 2012).

#### *Naturaleza: mimesis physeos*

En rigor, el foco de la teoría (bio)artificial no está puesto en la naturaleza ni en la vida sino en la técnica. Parece que el énfasis está puesto en principio(s) externo(s) o modos de intervención de lo vivo; no sólo la técnica del técnico (*e.g.* ingeniero) o el ejercicio técnico de lo vivo otro (*e.g.* organismo) sino la del pensamiento y la de los fines externos. No obstante, la teoría (bio)artificial coloca de nuevo al centro la pregunta por la vida y por la naturaleza.

‘¿Cuál es la idea de naturaleza que corresponde a nuestra contemporaneidad?’ y ‘¿qué tipo de artificialidad hemos creado en el mundo tecnológico?’ (González Valerio, 2012; 2016) se pregunta el pensamiento de la (bio)artificialidad. En todo caso, la naturaleza es el modelo a seguir, aquello que la técnica imita o (re)presenta, eso que la técnica sigue como un plan o toma como ejemplar, por lo menos en lo que toca a la tecnología artificial (*versus* convencional, automática), esto es: *mimesis physeos* (Negrotti, 2002; Karafyllis, 2008; González Valerio, 2012).



‘¿Qué tipo de relación existe entre los intentos de imitar la naturaleza y la tecnología particular de un periodo histórico?’, ‘¿la tecnología pretende reproducir algo existente en la naturaleza o también se desarrolla con otros propósitos en mente?’ o ‘¿la humanidad ha creado la tecnología únicamente para reproducir la naturaleza?’ (Negrotti, 2002) se pregunta el pensamiento de la (bio)artificialidad. Parece que hay por lo menos tres modos de darse la tecnología: (1) tecnología artificial como flores de plástico y órganos artificiales, (2) tecnología de automatismos como máquinas de cambio y puertas automáticas, (3) tecnología convencional como teléfonos y motores eléctricos; cada uno de los modos de darse la tecnología establece modos particulares de relacionarse con la naturaleza:

In conclusion, the term artificial always implies the work of man. (...) But this is only the *necessary* condition for discussing something artificial. In other words, an artificial object, process or machine is considered artificial because it is ‘man made’, but not all that is man made may properly be defined as artificial. In order to be truly artificial, an object has to satisfy a second condition, namely a *sufficient* one: it must be designed to reproduce an object existing in nature. Even the definition of artificial as something which is set against the natural is being called into question here. How would it be possible for the blood pumped by an artificial heart, to be used effectively by a natural organism if it came from an object set against nature? On the contrary, the opposite of the natural is the conventional artifact, i.e. the product of conventional technology which, both in terms of material and, above all, in terms of its functions, leaves nature out. (...) The artificial according to our definition, which is consistent with a part of the historical use of this term, consists in the result of human efforts to achieve the same results as nature using strategies which are different from those employed by nature, and, therefore, *lato sensu* technological. (...) While nature is what it is, as it were, in absolute terms and conventional technology creates artifacts or processes compatible to a greater or lesser extent with nature but, not present in it, the technology of the artificial generates objects, processes or machines surely technological but ‘suggested’ by nature. (...) The pragmatic aim of technology, the domination of nature, is in fact pursued both by means of pure inventions [of conventional technology] and inventions [of automatism] which try to produce the same effects or actions as nature without any concern for the similarity of the structures or the processes in question to those found in nature. The reproductive aim of artificial technology, on the other hand, can only be pursued using strategies which give primary importance to the exemplar and its performance as such, regardless of their effects or actions. In short, in something that is truly artificial, there is always a high degree of homology (similar structures) or analogy (similar functions or relationships) with the exemplar and its performance, while automatism does not take this into consideration (Negrotti, 2002, pp.9, 13, 66-67).

El caso de los (bio)artefactos implica estos modos de darse la tecnología y de relacionarse con la naturaleza<sup>34</sup> (imitación o reproducción, adaptación, dominación) y, además, presupone prestar atención a procesos de reproducción tanto como de replicación, allí donde el uso de medios, materiales y procedimientos diferentes a los empleados por la naturaleza es opcional:

---

<sup>34</sup> Para pensar la tecnología y el ejercicio técnico de lo vivo otro, diferente de lo humano, respecto a lo vivo en cuestión consúltese *Insect Media: An Archaeology of Animals and Technology* de Jussi Parikka y algunos textos clave de la teoría de construcción de nicho como “Investigating

In the area of natural concrete objects—constituted by matter organized in a given way—replication is possible only through natural means and, of course, only where this is done by nature itself, as it is in the case of biological cloning controlled by DNA. In every other area, man can only resort to the artificial. The artificial is not, therefore, a replication of reality, but a reproduction, i.e. a production based on a natural *exemplar*, using materials and procedures different from those used by nature. It must be noted that the constraints due to the materials and procedures are an unavoidable condition. Indeed, reproducing a natural object, e.g. a flower, using the same materials and procedures, means replication, which, as we have seen, is utterly impossible (Negrotti, 2002, p.11).

El caso de (bio)artefactos como clones y transgénicos implica tanto conocer los modos de operar de la naturaleza (*e.g.* fertilización, división y diferenciación celular, recombinación y transmisión de ADN) para imitarlos o reproducirlos (*e.g.* activación artificial de oocito, escisión artificial de embrión, transfección artificial de genes) como también dar espacio a los procesos de replicación de la naturaleza misma (*e.g.* replicación de ADN, división celular). En este sentido, el técnico y su arte no solamente imita la naturaleza o completa lo que la naturaleza no puede llevar a término (*e.g.* la clonación de mamíferos por mediación de embrión unicelular diploide—enucleado y fusionado—con núcleo único diploide *versus* cigoto diploide con doble pronúcleo haploide), como Aristóteles indica en el libro segundo de la *Física*, sino que la naturaleza lleva a término el trabajo del técnico, como Negrotti (2002) señala en *Naturoids. On the nature of the artificial* y como Aristóteles prevé en la *Física* (II, 8 199a 15-17) y en la *Metafísica* (VII, 9 1034a 9-11).

Desde los modos de darse la tecnología y de relacionarse ésta con la naturaleza en el siglo XXI, el pensamiento de la (bio)artificialidad se ve resuelto a pensar la naturaleza como tecnificada mientras la artificialidad es pensada como naturalizada y vivificada: “[u]na artificialidad viva, biomimética, *mimesis physeos*” (González Valerio, 2012, p.6). La naturaleza estaría pensada como aquello que mueve internamente si lo natural es lo movido por determinaciones internas de la entidad viva, por ejemplo, *bíos* y *physis* influenciados por *téchne*. Se trata aquí de lo vivo intervenido, es decir, de lo no-técnico-tecnificado o, en otras palabras, se trata del artefacto que se mueve y crece. En el caso de lo vivo, situado en medio de la experimentación técnica, la naturaleza queda reducida al “abstracto punto inicial de la génesis” (Karafyllis, 2007, p.3) y es ese mismo carácter abstracto lo que permite hablar de la naturaleza, de la vida y de la artificialidad como un límite que—cuando menos en parte—se engrosa o adelgaza en función del contexto político: de los intereses y conveniencias humanas y de la negociación.

Los diferentes contextos político-económicos permiten palpar los diferentes grosores de los límites y las brechas entre lo natural y lo artificial en cada caso. En el contexto específico de las patentes que reclaman el derecho de propiedad privada de

---

niche construction in dynamic human-animal landscapes: bridging ecological and evolutionary timescales” de Amanda L. Ellwanger y Joanna E. Lambert (2018) y “Niche construction theory: a practical guide for ecologists” de John Odling-Smee *et.al.* (2013).

la “vida biológica” (*e.g.* genes, líneas celulares, plantas, animales, clones y transgénicos), la brecha entre lo artificial y lo natural se *engrosa* en función de los criterios de aprobación de las patentes: (i) novedad, (ii) utilidad y (iii) no obviedad. Allí, la naturaleza es la comprensión hegemónica de la “vida misma”, esto es, información y materia preexistente respecto a la intervención humana de interés y lo artificial es el resultado de la intervención humana en locución de la industria y la tecnología (Thacker, 2005). Los límites de lo natural y lo artificial se ponen en juego en el terreno de las patentes según convenga: quienes se interesan por la legitimidad de las patentes de la “vida biológica” subrayan su carácter artificial en orden de defender (i) y (iii) mientras que sus opositores tildan su carácter natural en orden de cuestionar (i) y (iii).

En contraste, en el contexto específico del mercado de la salud y la alimentación la brecha entre lo artificial y lo natural se *adelgaza* en función del posicionamiento de organismos genéticamente manipulados, alimentos transgénicos y drogas inéditas. Las mismas cosas que primero satisfacen los criterios de las patentes, inventos artificiales novedosos, útiles y no-obvios, de pronto devienen naturales: seguros para el medio ambiente y para el cuerpo humano (Thacker, 2005). En orden de promover la venta y el uso de los nuevos bienes del mercado de la salud y la alimentación, estos artefactos industriales son proyectados como inspirados en la naturaleza y en su operación habitual (*i.e. mimesis physeos*), en suma, son proyectados como una modesta reconfiguración conformada por las funciones normales de los genes, las proteínas, las células y los tejidos así como por las funciones normales del entorno y del cuerpo humano saludable.

Recapitulando, la teoría (bio)artificial cuestiona los límites de la naturaleza y de la tecnología—artificial, convencional o automática. La pregunta por la naturaleza, que en autores como Kant y Darwin pasa a segundo plano, adquiere de nuevo centralidad y figura en primer plano en el pensamiento de la (bio)artificialidad. Entre tanto, la naturaleza es pensada desde su (re)presentación como *physis*, como *bíos*, como *téchne* y como *mimesis physeos*.

#### *Bíos interno y téchne externa*

*Bíos* y *téchne* son los principios de organización a través de los cuales pensadores contemporáneos interdisciplinarios comprenden y explican lo vivo. Veamos los detalles sobre *bíos* y después los detalles sobre *téchne* para proyectar en suma una imagen íntegra del tema de la vida en el pensamiento de la (bio)artificialidad, de antemano sabemos que este tema se enmarca en términos de lo vivo o viviente, el principio interno que hace brotar la vida de lo vivo natural y el principio externo que interviene lo vivo.

*Bíos* es una fuerza o potencia de la multiplicidad unitaria<sup>35</sup> que es lo vivo; un principio que da cuenta de las determinaciones internas de la entidad viva. Entre esas determinaciones internas, el pensamiento de la (bio)artificialidad considera: el lugar de referencia de la percepción y del pensamiento en lo que toca a lo viviente en cuestión; las partes o componentes de lo vivo; el mundo perceptivo, mundo circundante o *milieu* interior de lo vivo y la morada interior de lo vivo en cuestión (Thacker, 2005; González Valerio, 2016); asimismo, la forma o naturaleza; la potencialidad substancial (propia); la función o actividad natural; el movimiento autodeterminado y el crecimiento (Negrotti, 2002; Karafyllis, 2007; González Valerio, 2016).

*Téchne*, en cambio, es una fuerza aplicada a la multiplicidad unitaria que es lo vivo; un principio que da cuenta de las determinaciones externas de la entidad viva. Entre esas determinaciones externas, el pensamiento de la (bio)artificialidad considera: el lugar de referencia de la percepción y del pensamiento en sentido amplio (aquello que rodea a lo viviente en cuestión e interactúa con ello); el momento histórico y la época; el ambiente y el entorno; lo otro vivo, los mundos perceptivos y las moradas interiores; el pensamiento; los bagajes culturales y experienciales; el contexto político y económico; las comprensiones hegemónicas; los fines humanos y políticos; la negociación; los fines y la técnica humana; el diseño, la producción y la tecnología artificial, automática y convencional (Negrotti, 2002; Thacker, 2005; Karafyllis, 2008; González Valerio, 2016).

En suma, lo vivo intervenido causado es(tá) justificado por dos fuerzas múltiples o dos corrientes causales, una que incluye determinaciones internas como la potencia propia persistente y resistente a la intervención externa, así como otra corriente causal que incluye determinaciones externas como el ambiente, el pensamiento y los fines humanos (en el encuentro de ambas fuerzas puede hablarse de receptividad, maleabilidad y potencial de cambio); se habla especialmente de fuerzas múltiples pues no se descarta aquí ni teoría evolutiva ni teorías como la de construcción de nicho... bien que, en la teoría (bio)artificial se intenta colocar de nuevo en primer plano la pregunta por la naturaleza. Así se explica lo vivo intervenido en la Academia, por ejemplo, en la Universidad Técnica de Braunschweig o en la Universidad Nacional Autónoma de México, en el mundo globalizado del siglo XXI.

### *Reflexiones causales*

La diferencia que pensadores interdisciplinarios contemporáneos introducen en la explicación de las cosas naturales respecto a sus predecesores es quizá una conciencia histórica del límite—el límite alterable y circunstancial de lo natural, de lo vivo,

---

<sup>35</sup> Por multiplicidad unitaria se entendería un conjunto o una reunión de estructuras funcionales *múltiples* (e.g. ácidos nucleicos, proteínas, células, tejidos y órganos) que se comportan como perteneciendo a una unidad distinta de otra. Dicho de otro modo, la multiplicidad unitaria hace referencia al principio de unidad que reúne múltiples estructuras y actividades de tal modo que se da cuenta de la integración de lo múltiple (e.g. ácidos nucleicos, proteínas, células, tejidos, órganos; replicación, crecimiento, reproducción, metabolismo, desplazamiento reunido de todo lo anterior) en un individuo u organismo concebido como autónomo y diferente de otro.

de la naturaleza y de la vida. El principio de organización de lo vivo en el pensamiento de la (bio)artificialidad es una causa interna a la cosa viva, su *bíos* (potencia propia de la multiplicidad unitaria que persiste y resiste, es decir, potencia propia de un conjunto de estructuras funcionales múltiples como ácidos nucleicos, proteínas, células, tejidos y órganos), pero en tanto influenciada a su vez por otras causas y determinaciones externas: la *téchne* como pensamiento, como fin humano político o técnico, como ejercicio externo de lo vivo otro, de lo inorgánico y de lo abiótico.

El fin como causa está pensado más bien del lado de la *téchne* e intervención externa, con ello se realiza una reducción de la causa final a causa eficiente (secuencia lineal efectuyente) y se atiende la «aporía de la causalidad final» (causalidad ascendente y descendente), sin embargo, se deja abierta la posibilidad de que algún tipo de causalidad no eficiente, esto es, final, trascendental u otra, opere en tanto que *bíos*. En cualquier caso, se espera que *bíos* se distinga de lo causado, es decir, de lo vivo y de la vida. Los compromisos que hay en esta perspectiva (bio)artificial respecto a la noción evolutiva son la admisión de una secuencia efectuyente que explica las transformaciones de lo vivo así como la admisión de los argumentos que señalan las limitantes de los principios finalistas “aporéticos” como Dios, o bien, un presunto fin interno a lo vivo (argumentos que estriban en los límites del conocimiento humano y en la externalidad del fin como concepto que pertenece al sujeto que conoce). La posibilidad de que se complementen causa final técnica y causa eficiente natural se entiende como una desaparición de la aporía finalista, no obstante, queda por explicar la unidad de lo vivo y su capacidad de preservación (resistencia a la muerte), lo cual ha invitado a la teoría (bio)artificial a hacerse cargo no solamente de una crítica respecto al fin sino respecto al mecanismo como principios que explican la unidad, persistencia y resistencia de lo viviente.

Parece que la teoría (bio)artificial tiene presente lo que queda sin explicar cuando se prescinde de entidades y principios como el *bíos*, la selección natural, el poder formativo, el primer moviente o el alma—o, en su defecto, de otro principio de organización que explique la iteración del acontecimiento poco probable (iapp). Lo que queda sin explicar es el *origen* de la vida y de lo vivo: el origen de la tendencia hacia la estructura funcional acumulada, hacia la (auto)generación, mantenimiento y preservación, el origen de la tendencia del desarrollo de lo vivo hacia un resultado predeterminado, el origen de las primeras especies, y, en suma, el *origen* de la unidad, orden y actividad presuntamente propia de lo viviente.

Si la tesis que defendemos afirma que hay un *antes* y un *después* de la idea de organismo en la comprensión o explicación de lo vivo, habría que matizar los modos de darse el *después*. Tal parece que los modos de explicar lo vivo *después* de la idea de organismo han tomado tres laderas o direcciones generales: están las dos laderas bordeadas por la teoría evolutiva actual, (i) la explicación teleomecánica y (ii) la explicación mecánica que se valen de la causa final y/o de la causa eficiente; y está la ladera bordeada por la teoría (bio)artificial, (iii) la explicación trascendental o no mecánica pura que se vale de la causa formal y también de la causa eficiente. *Después* de la idea de organismo la explicación de lo vivo se mecaniza, no obstante, asumiendo

las problemáticas que esta mecanización implica y los problemas que (re)abre<sup>36</sup>, la comprensión de lo vivo (re)evalúa los alcances de la explicación puramente mecánica en lo que toca a las propuestas hasta hoy planteadas.

*Después* de la idea de organismo las causas eficientes y finales se escinden, se multiplican, aunque bien pueden coexistir en el interior de la cosa viva o influenciarle desde fuera—el respirógrafo, el crescógrafo, el mortógrafo y la graficación, en un disco de cobre, de la fotosíntesis y respiración de una planta, por ejemplo; la intervención del capullo de una oruga para cambiar el patrón de lunares en las alas de una mariposa; o la intervención de un ovocito para clonar una oveja transgénica<sup>37</sup>. La causa eficiente se vuelve preponderante (*e.g.* la manipulación del técnico: la enucleación de un ovocito, el cultivo y transfección de células somáticas; la pipeta, el microscopio, las jeringas, las tintas) pero no cancela necesariamente la causa formal (*e.g.* el *bíos* de la célula germinal y de la célula somática).

*Después* de la idea de organismo lo vivo se explica—también—en términos de una multiplicidad unitaria que persiste, resiste y se mueve influenciada por fuerzas externas que le intervienen (preservación, mantenimiento, generación intervenidos; nutrición, crecimiento, desarrollo, reproducción, regeneración intervenidas), se explica desde el sí mismo (cosa viva, *bíos*, naturaleza o actividad natural, potencia o capacidad presuntamente propia, partes o componentes), se explica desde lo otro (circunstancia, época, lugar, pensamiento, entendimiento y fines humanos, ambiente orgánico e inorgánico, biótico y abiótico, entorno, cultura, contexto) y también desde la relación entre ambos (mundos perceptivos, mundos circundantes, *milieux intérieur* o moradas interiores) pero, primordialmente, lo vivo se explica desde la materia, sus agenciamientos y sus determinantes. ¿Qué sucede después de la idea de organismo en la concepción de lo vivo en otras manifestaciones actuales de la explicación de lo viviente? ¿Y, qué sucede después del después?

La historia humana, el devenir de la materia y su trama continúan. Desde aquí y, por ejemplo, desde la perspectiva y secuencia histórica que aquí presentamos, se abren otros modos de explicar lo vivo. Algunos modos de explicar lo viviente son más novedosos y radicales que otros mas no por ello superiores o inferiores—allí donde el carácter satisfactorio de la explicación depende de los criterios, valores y preferencias de quien juzga. Quedan sobre la mesa los principios de organización de lo vivo, o bien, sus rasgos esenciales, como una herencia intelectual del pensamiento de Occidente. Una herencia que nos alcanza de modo consciente a través de una formación culta e interdisciplinaria, o bien, de manera inconsciente a través del lenguaje y la memoria tácita de conceptos de antaño (ver epígrafe).

---

<sup>36</sup> La mecanización de lo vivo (re)abre el problema de la distinción «causa/causado» o «explanandum/explanans» cuando el mecanismo es interno a y constitutivo de la cosa viva. (Re)abre también el problema de la unidad y del *origen* de lo vivo cuando el mecanismo es puro; y (re)abre asimismo el problema de la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo viviente cuando no se incluye un principio que explique la iteración del acontecimiento poco probable (iapp).

<sup>37</sup> “Desmodium-máquina” (Monreal, 2015), “Nature?” (Menezes, 2000) y “Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells” (Wilmot *et.al.*, 1997).

## CAPÍTULO 5

### ESTUDIO DE CASO: PRODUCCIÓN Y DESARROLLO DE CLONES

Dedicamos este capítulo al estudio de un caso actual en orden de advertir cómo se comportan allí las preguntas que nacen de los múltiples problemas generados en la explicación de lo vivo (ver anexos). El sitio de reflexión es lo vivo intervenido, es decir, el artefacto que se mueve y crece, o, en otras palabras y en una instancia concreta: el clon; desde allí acudimos a las preguntas primeras sobre la vida bajo la luz de las mediaciones del nuevo siglo. Veamos primero un poco de historia y de conceptos preliminares en lo que atañe a la empresa técnica de la clonación, después algunas preguntas y reflexiones en torno al carácter viviente y natural del clon para luego entrar de lleno en las preguntas que surgen de lo viviente y que se relacionan con sus presuntas causas o principios de organización.

De comienzo hay que decir que la clonación, tal como la entiende hoy la biología, es una forma de reproducción asexual y que el clon es un individuo genéticamente idéntico a otro generado por reproducción asexual (Wilmut *et.al.*, 2000; Wilmut y Highfield, 2006; Cibelli *et.al.*, 2014). Cuando un célula se divide, por ejemplo, podemos hablar de reproducción asexual. Así también podemos hablar de reproducción asexual cuando se genera una nueva entidad viva o un nuevo organismo a partir de una de las partes de un organismo previo sin que haya apareamiento de por medio o mezcla de material germinal.

La palabra clon proviene del griego “ramita” y casos típicos de clones son los manzanos o los naranjos producidos por esquejes. También los esquejes de las plantas son considerados clones y tanto el esqueje o el manzano en individual como los manzanos en colectivo constituyen un clon. Es decir, se habla de clones individuales o de clones como colectivo tanto como se habla de clones en diferentes etapas del desarrollo (*e.g.* una célula clon, un embrión clon, un clon juvenil, un clon adulto); mas, los criterios necesarios y suficientes para que una entidad sea clasificada como clon son (1) que el medio de generación sea la reproducción asexual y (2) que el material genético sea idéntico a otro.

Los clones, entonces, existen desde que las células se dividen y desde que las madres tienen hijos “idénticos” (gemelos). La Tierra del precámbrico y la Grecia antigua vieron nacer clones. La clonación es, pues, un proceso natural y arcaico. Sin embargo, la clonación puede lograrse, influenciarse y redirigirse por medios técnicos. Es aquí donde puede hablarse propiamente de la historia de la clonación. Ésta comienza a finales del siglo XIX cuando se experimenta en Italia y Alemania con embriones de erizos de mar y ranas como medio empírico para poner a prueba algunas teorías sobre el desarrollo y la herencia (Roux *versus* Driesch *versus* Weismann); tal historia adquiere cobertura mediática en los años noventa del siglo XX con el nacimiento de la oveja Dolly en Reino Unido; y reafirma su relevancia internacional por contribuir al entendimiento de enfermedades como el cáncer.

La historia de la clonación—como técnica—puede dividirse en cuatro o cinco grandes etapas (Wilmut *et.al.*, 2000). En la primera etapa los esfuerzos técnicos se limitan a imitar el proceso natural de escisión de embriones pluricelulares o el proceso natural (fertilización) de activación de ovocitos. En esta etapa encontramos los experimentos de Hans Driesch con embriones de erizos de mar (1867-1941) pero también los experimentos de Jacques Loeb con ovocitos de esta misma especie (1839-1924). Driesch simplemente separaba artificialmente los blastómeros (células no diferenciadas que conforman un embrión pluricelular) de los de erizos de mar en un momento muy temprano de su desarrollo, tal como ocurre naturalmente cuando se generan gemelos; y Loeb activaba artificialmente el desarrollo de un ovocito (hacia un nuevo individuo) cambiando las propiedades químicas de su medio.

En la segunda etapa de la historia de la clonación hay un salto técnico importante. Comienzan a manipularse las partes de los materiales biológicos empleados para imitar el proceso natural de interés, especialmente las partes de la célula, y se comienza a fantasear respecto a experimentos futuros o deseables. En esta etapa quedan insertos los experimentos de Hans Spemann con células y tejidos de salamandras (1938). Spemann manipulaba el núcleo de dichas células empleando el cabello de un infante como herramienta y sus trabajos le llevaron a idear un “experimento fantástico”: explantar el núcleo de una célula para implantarlo en otra.

La tercera etapa es la más larga y está marcada por la técnica de transferencia nuclear (NT). En este punto de la historia se lleva al mundo de la ciencia cotidiana lo prefigurado en la ficción de Spemann: se reconstruyen embriones conjuntando el núcleo o material genético nuclear de una fuente (carioplasta) con el citoplasma de otra (citoplasta). En esta etapa encontramos los experimentos “fallidos” de Robert Briggs y Thomas J. King con la rana leopardo americana (1951); los experimentos de John Gurdon con la rana de ñas africana (1966); los experimentos de Chris Graham con ratones (1965-69); los experimentos de Derek Bromhall con conejos (1967); los experimentos “fallidos” de Jacek Modliński con ratones (1978); los experimentos de Andrzej Tarkowski con ratones (1970s); los experimentos presuntamente “fraudulentos” de Karl Illmensee y Peter Hoppe con ratones (1977-81); los experimentos “fallidos” de Davor Solter y James McGrath también con ratones (1983); y los muy “exitosos” experimentos de Steen Willadsen con ovejas, cabras y vacas (1983-87). Sin entrar en los detalles técnicos correspondientes a cada experimento<sup>38</sup> habría que destacar una serie muy precisa de innovaciones técnicas: (a) NT por medio de virus o NT y activación de ovocito por *electroshock*; (b) cigotos o células germinales enucleadas como citoplastas; (c) sincronización del ciclo celular de la célula donante de material genético nuclear (carioplasta) y de la célula receptora de material genético nuclear (citoplasta); (d) citocalasina B para “relajar” el citoesqueleto de ovocito (citoplasta); (e) enucleación

---

<sup>38</sup> Presentamos en cambio un resumen muy preciso que contiene los detalles técnicos correspondientes a los experimentos más actuales que han logrado capitalizar más de un siglo de innovaciones técnicas en manipulación de células y embriones (ver anexos). Incluimos ahí mismo, en el anexo intitulado “Clonación: detalles técnicos y prácticos”, un resumen de las (des)ventajas evolutivas de la clonalidad, de sus aplicaciones tecnológicas y peligros, además de los pormenores en cuanto a métodos y minucias técnicas.



de ovocitos opacos (citoplasta) a través de corte en zona pelúcida y succión guiada por cuerpo polar; (d) protección con agar de embriones reconstruidos.

La cuarta etapa de la historia de la clonación es la que implica mayor sofisticación técnica. Las operaciones parecen conducirse aún en el terreno de la tecnología artificial (ver capítulo anterior), el uso de medios, materiales y procedimientos sigue muy de cerca a los empleados por la naturaleza pero con la añadidura de estrategias y rutas alternas. En esta etapa se encuentra la serie de experimentos con ovejas (1991-1997) llevados a cabo en el Instituto Roslin y liderados por Ian Wilmut y Keith Campbell. Dichos experimentos constituyen el paradigma de la clonación actual y su legado es palpable en la producción de la vaca clon Marguerite (1998) en Francia, el perro clon Snuppy (2005) en Corea del Sur, las ovejas fluorescentes (2011) en Uruguay, el perro clon Anthony (2016) en Corea del Sur pero en colaboración con Argentina, y, más recientemente, de los monos clonados Zhong Zhong y Hua Hua (2018) en China. Incluso el proyecto de clonación de un mamut en Rusia es legado de los experimentos que llevó a cabo el equipo del Instituto Roslin. La innovación que se incorpora en este punto de la historia es la reconstrucción de embriones a partir de células cultivadas y la restauración de la totipotencia de células adultas (carioplastas), esto es, su capacidad para desarrollar embriones y todos los tipos de células que un organismo requiere; así mismo se cuenta entre las novedades que se introducen en esta etapa el uso de estrategias epigenéticas (ver anexos).

#### *Entidad viva: movimiento espontáneo y controlado*

La producción y el desarrollo de clones implica la manipulación de material biológico así como de organismos pero ¿los clones están vivos?<sup>39</sup> Podríamos decir que sí, por ejemplo, y justificarlo con la capacidad de autodeterminación de los embriones que se desarrollan o de las ovejas clones maduras que crecen y se desplazan de manera autónoma. No obstante, podríamos decir que si bien hay allí movimiento determinado la autonomía del mismo puede cuestionarse, después de todo, el embrión que se desarrolla es un embrión técnicamente reconstruido y las ovejas clones adultas dependen de los cuidados del pastor, del veterinario; habitan también al cobijo del establo y se alimentan de más que sólo hierba fresca del campo. De hecho, su aspecto y comportamiento ha sido orientado, en los términos más básicos, por una tradición milenaria de crianza y cruce de esta especie. En los experimentos de clonación ovina se emplean, según el caso, cuando menos dos variedades de especie técnicamente intervenidas: *Scottish Blackface*, *Welsh Mountain*, *Welsh Black*, *Poll Dorset*, *Finn-Dorset*, *Dorset*, *Cheviot*, *Suffolk*, *Welsh Mountain x Cheviot*, *Welsh Mountain x Cheviot x Suffolk*.

---

<sup>39</sup> La pregunta podría parecer contraintuitiva, pero si lo vivo se define por su autodeterminación (e.g. crecimiento autónomo) y si, según Karafyllis (2014), con las prácticas biotecnológicas esa autodeterminación o dinamismo propio se encuentra intervenido nada menos que en el origen (i.e. en el núcleo), entonces el carácter viviente de bioartefectos como los clones se vuelve problemático. ¿Hasta qué punto la intervención nuclear resta o no a la autonomía del bioartefacto? ¿Hasta qué punto se afecta el dinamismo propio de lo vivo previo al bioartefacto o clon?

Podríamos insistir en que el clon está vivo porque sus partes y el todo orgánico manifiestan actividades persistentes que pueden entenderse en términos de funciones: el ADN que se replica, la membrana nuclear (NE) que protege el material genético y funciona como portero o guardabarrera, la membrana celular que protege el contenido celular y de ser necesario se regenera, la célula que se nutre, crece, se divide y se especializa, el tejido que se integra con otros, los órganos que funcionan (bombean, aspiran, respiran, filtran, asimilan, expulsan, aíslan, destruyen), el clon como organismo que se regula, que se mantiene y que está bajo la influencia de otras fuerzas como el ambiente o la selección natural.

O podríamos decir que el clon está vivo simplemente porque exhibe múltiples actividades que se recogen en una determinada unidad que vive y luego muere, esto es, la vida como permanencia (persistencia, duración, reposo), cambio y movimiento (actividad). Y entonces decimos que los clones nacen, se nutren, se mantienen, crecen, se desarrollan, perciben, se desplazan, pueden generar cosas vivas semejantes a sí mismos, envejecen y luego mueren; y decimos que los embriones de los que provienen los clones también despliegan algunas de estas actividades.

Pudiera decirse que los clones y las partes de las que provienen se autogeneran y se autopreservan aunque no es claro hasta qué punto tales actividades penden de lo externo, *e.g.* pensamiento, fines y técnica humana, cultura, contexto; ambiente biótico y abiótico. Si lo vivo se distingue de lo no vivo y si la entidad viva es hasta cierto punto independiente parecería que lo externo solamente (re)dirige u orienta las potencialidades de una determinada unidad.

Provisionalmente, puede admitirse que en el clon se manifiestan dos fuerzas que le permiten llegar a ser: un principio interno del movimiento, del reposo y del cambio, así como un principio externo del movimiento, del reposo y del cambio. Están los ancestros mamíferos y eucariontes de los organismos de los que se desprenden las partes que permiten el desarrollo del clon, y está el lugar en el que aquellos habitaron; está la materia viva que exhibe y vuelve a exhibir un movimiento espontáneo (*e.g.* ADN, células, embriones), pero también está la escritura y la tradición oral, la herramienta y la tecnología: se influencia el movimiento del material genético (cuándo y dónde se replica); se reestablece la actividad de las células (qué comportamiento expresa respecto a todo el código genético, es decir, qué potencias ejecuta de entre las posibles: totipotencia, pluripotencia, multipotencia, unipotencia), se elige qué embriones merecen desarrollarse.

En todo caso, puede concederse que el punto inicial de la génesis, esto es, el punto inicial de la generación de un clon, es algo vivo que despliega un movimiento específico espontáneo. ¿Esto es lo viviente: una determinada unidad ejecutando por sí misma un movimiento específico espontáneo del que es capaz? El punto de partida es una célula, una célula o un conjunto de células que se separa(n) de un organismo o de un embrión; éstas células son las que se ponen en cultivo y cuyo material genético determina la condición de clon de la célula, embrión u organismo final.

Además del carácter viviente del punto inicial de la génesis, a ésta le dan soporte asimismo cosas vivas o sus derivados: el suero de ternero y las ovejas incubadoras. Y hay que añadir también las cosas vivas, o derivadas de éstas, que intervienen lo que a este punto es ya un artefacto que se mueve y crece, es decir, el cultivo de células. Se emplean enzimas para recuperar las células de cultivo y en algunas ocasiones un virus es el responsable de la fusión entre la célula de cultivo y la célula que provee la citoplasta que recibe el material genético. Incluso la molécula de un hongo se ve implicada, pues para “relajar” el citoesqueleto de la célula que provee la citoplasta se emplea citocalasina B. La citoplasta, de hecho, es una célula enucleada que suele provenir de una célula germinal (*e.g.* ovocito) y su fuente, en efecto, es un organismo vivo que además ha alcanzado ya la plenitud de su desarrollo anatómico y fisiológico. Se interviene pues lo vivo y se produce lo viviente a partir de lo viviente. Es clave aquí lo humano vivo y también otras cosas como el agua y el aire, los contenedores de cultivo, los climatizadores, el microscopio, las pipetas, las jeringas, los catéteres, la anestesia y los materiales quirúrgicos, el agar, las agujas, los marcadores, los micromanipuladores y la corriente eléctrica.

Ahora bien, si concluyésemos que los clones están vivos—y así lo hacemos—hay que preguntar si, hoy, eso significa que los clones son naturales. La pregunta no es por los clones del precámbrico o de la antigüedad sino por los clones producidos a finales del siglo XX y en lo que va del XXI por mediación de cultivo celular y transferencia nuclear (NT), clones como Megan y Morag, Taffy y Tweed, Cedric, Cyril, Cecil y Tuppence, Dolly y Polly, Debbie, Denise, Dianna y Daisy, Marguerite, Prometa, Snuppy, Zhong Zhong y Hua Hua.

#### *Naturaleza: disposición inicial de la génesis*

La producción y el desarrollo de clones implica la manipulación de material biológico así como de organismos, incluso puede decirse que los clones están vivos y que se producen a partir de lo viviente, pero ¿los clones son naturales? Podría decirse que no. El embrión reconstruido del que se desarrolla un clon que también puede ser transgénico, no sólo es técnicamente producido sino que las partes para fabricarlo están empapadas de técnica y tecnología. De entrada, la generación de ovocitos que serán empleados como citoplastas en la fabricación de embriones no sucede del modo más natural y así tampoco su recolección. La ovulación de las ovejas que proveerán los ovocitos se estimula con hormonas inyectadas y después se somete a aquellas a un proceso quirúrgico en orden de recolectar la materia prima para las citoplastas.

Aun recolectando ovocitos del modo más natural éstos resultarían inadecuados como citoplastas. Hace falta un entendimiento del asunto (*e.g.* ovocitos MII y no otros, identificación de cuerpos polares, sitio probable del material genético), un portentoso microscopio con micromanipuladores, una serie de instrumentos como pipetas de diferentes tamaños, marcadores y un excelente técnico con buen pulso en las manos para enuclear el ovocito. Sólo entonces se cuenta con la mitad de los recursos para fabricar un embrión.

Las carioplastas no son tampoco células simplemente recolectadas del mundo natural. Éstas se cultivan y se transfectan. El cultivo de células requiere también una serie de instrumentos, entre ellos los contenedores y los climatizadores; y la obtención del gen de interés para transfectar células requiere otra serie de herramientas y procedimientos (*e.g.* PCR, termocicladores). Además, una vez contando con buena parte de los recursos adecuados para fabricar un embrión, estos son la carioplasta y la citoplasta, no basta su mera conjunción por contacto, haciendo uso otra vez del entendimiento (*e.g.* perpendicularidad del punto de contacto entre membranas), del microscopio y de las pipetas, sino que hace falta un aparato que permita inducir la activación del ovocito y la fusión celular por medio de una corriente eléctrica adecuada. Y esto no basta, pues hace falta recubrir con agar a cada embrión reconstruido ya fusionado. Hay que medir y fabricar, pues, una serie de pequeñísimos (*e.g.* 0.15x0.5-1.00mm y 0.7x2.0-2.5mm) revestimientos protectores.

El embrión reconstruido del que se desarrolla un clon, que también puede ser transgénico, tiene que ser implantado en una incubadora—una oveja o una placa de Petri. Si la elección es una oveja, como es usual, hay que inyectarla previamente con hormonas. Y hay que tomar en cuenta todavía otra serie de procedimientos técnicos (ver anexos) entre los cuales destacan el monitoreo de las ovejas embarazadas y la inducción del parto de ser necesario.

Incluso si el proceso técnico referido fuese invisible al ojo público y el campo de visión de la manipulación quedase reducido al proceso de desarrollo del clon a nivel celular, las huellas de la intervención son trazables desde la mirada del microscopio: el punto inicial del desarrollo de un clon mamífero tecnológicamente producido está marcado por un embrión unicelular diploide con un núcleo único diploide mientras que el punto inicial del desarrollo de un clon generado sin tecnología es un cigoto diploide con dos pronúcleos haploides<sup>40</sup>. Los clones no parecen ser naturales en absoluto.

Sin embargo, también podríamos decir que sí, los clones son naturales. Las citoplastas provienen de ovocitos, células que presentan un movimiento específico espontáneo. Este tipo de células tienen el potencial para desarrollar un embrión y dicho movimiento y/o cambio se da con independencia de lo intencional y lo voluntario externo. En todo caso, el modo de ejecutarse dicho potencial es influenciado por agentes externos pero no los límites de las capacidades vinculados a aquel. Y lo mismo puede decirse de las carioplastas.

Las carioplastas provienen de células somáticas, fetales o embrionarias. Estas células presentan cada una un movimiento específico espontáneo. En general cada célula tiene el potencial de replicar su material genético y multiplicarse, posee un plano, bosquejo, plantilla o instrucciones que dota(n) de lo necesario para elaborar o especificar todas las proteínas que una

---

<sup>40</sup> Después de la primera división celular en el proceso de desarrollo de un embrión clon no hay marcas obvias que distingan a un clon fabricado con tecnología de uno que no ha llegado a ser por esos medios. De ahí que resulte imposible distinguir a ovejas clonadas por cultivo y NT en un rebaño cualquiera del Instituto Roslin, la Universidad de Edimburgo o la Universidad de Nottingham. Para un informe reciente del envejecimiento normal de ovejas clonadas por NT consúltese el trabajo que Keith Henry Stockman Campbell lideró hasta su muerte (Sinclair *et.al.*, 2016).

cosa viva podría requerir y dicho movimiento y/o cambio se da con independencia de lo intencional y lo voluntario externo. El modo de ejecutarse dicho potencial es influenciado por agentes externos pero no los límites de las capacidades vinculados a aquel.

En efecto, parece que el embrión reconstruido no hace sino ejecutar las potencias presuntamente propias de cada parte separada de una entidad natural: las células de los organismos, fetos o embriones. Dichas partes presentan resistencia en cada paso del proceso técnico de clonación, de esto dan cuenta la difícil manipulación de ovocitos, células de disco germinal (*ED cells*), fibroblastos fetales (*PDF cells*), células epiteliales de mamas (*OME cells*) y la necesidad de un entendimiento muy preciso de los materiales constitutivos y procedimientos naturales que normalmente ejecutan. Y habría que añadir la capacidad de reincorporación de las ovejas clonadas adultas respecto a los procesos usuales no sólo de desarrollo sino de reproducción. Los clones producidos por cultivo y NT pueden reproducirse por medios naturales, con entidades naturales y en medios relativamente naturales.

La naturaleza queda reducida al abstracto punto inicial de la génesis pero ese punto inicial manifiesta una disposición inicial con potenciales presuntamente propios que aunque son influenciados por la técnica en los modos ya referidos resisten la intervención de aquella y acompañan al clon toda su vida. El punto inicial de la génesis manifiesta una disposición inicial del movimiento del que será capaz el clon en su generación intervenida, en su desarrollo y hasta su muerte. Los clones, entonces, son naturales. Pero, si esto fuera así, ¿qué distingue a lo natural de lo vivo?

En lo que sigue, nos proponemos problematizar la distinción entre lo natural (no-vivo) y lo (natural) vivo desde el caso del clon. ¿Qué aspectos problematizan la distinción y qué aspectos parecen requerirla? Si sostenemos, por ejemplo, que *lo viviente es una determinada unidad ejecutando por sí misma un movimiento específico espontáneo del que es capaz* y que *lo natural es una multiplicidad unitaria que despliega una disposición (dada o no intencional) en el movimiento del que será capaz*, entonces, el clon puede ser pensado como vivo y como natural.

Aristóteles distinguió en su momento a los elementos de las plantas y de los animales, los primeros tienen el principio del movimiento, del cambio y del reposo *en sí* mientras que los segundos tienen dicho principio *en sí y por sí*. Esto se traduce en que lo natural (no-vivo) se piense desde el compuesto de materia (*hyle*) y forma (*eidos/morphé*) mientras que lo vivo se piensa más bien desde el fin (*telos*) y entonces se abre un cisma entre lo que es por *physis* (la naturaleza de lo natural) y lo que es por *psyché* (el alma de lo vivo): lo vivo es lo que tiene un fin—que coincide con su forma y fuente inicial del cambio—y lo que posee control sobre el inicio y cese del movimiento; lo natural (no-vivo) no tiene un fin como tal, aún si corresponde a una tendencia iterada no puede decirse que ésta se dirija necesariamente hacia un bien.

Una oveja clon adulta, por ejemplo, se desplaza en la colina cuesta arriba y cuesta abajo... parece tener un control sobre cuándo sube, cuándo baja, cuándo se detiene para descansar, cuándo apresura el paso—conforme al deseo, su sed y su estado de ánimo, por ejemplo. En cambio, las piedras y montículos que mueve a patadas en su caminar no pueden detener su desplazamiento una vez puestas en movimiento y continúan por inercia, se diría modernamente. Las piedras o montículos rocosos tienden a recorrer trayectorias cerca del suelo (*e.g.* por gravedad, por fricción, por su propia naturaleza), ese movimiento se repite en cada ocasión si nada lo impide... su movilidad está así determinada pero si el montículo se parte, si la piedra se erosiona o cae al precipicio no diríamos que es para su mal, tampoco lo diríamos si eventualmente vuela por los aires, no hay, pues, un fin al que esperaríamos se dirija, sólo un comportamiento que esperamos de ella. De la oveja clon no solamente esperamos un comportamiento usual sino que esperamos cierta direccionalidad muy específica en su movimiento, cambio y reposo. Se espera del embrión de la oveja clon que se desarrolle con normalidad, que sus células funcionen, que sus tejidos se integren; pareciera que cualquier fallo en la replicación, en la organogénesis resulta fatal y es para mal de la oveja viviente, si el tejido se parte donde “no debe” o si el tejido se erosiona esto no contribuye al bien del embrión de la oveja clon. Y, una vez adulta, si el mal tiempo coloca a la oveja al borde del precipicio, ésta se aferrará con pezuñas y dientes para no morir. Las ovejas viven y mueren, se resisten a morir y resisten la inercia. ¿Esto implica necesariamente un fin? ¿Hay un propósito en el movimiento, cambio y reposo de la oveja clonada?

Con Aristóteles, Kant y Darwin puede distinguirse, en el mismo sentido, un cristal de una planta y de un animal. Lo vivo tiende hacia su bien (*e.g.* preservación, perfeccionamiento), controla su movimiento en alguna dimensión (desplazamiento) y crece. En lo vivo, (a) la posición de los componentes es crucial, (b) los componentes son partes orgánicas (relaciones recíprocas) que tienden a la integración, (c) el todo y la parte admiten un progreso (*e.g.* especialización), (d) las partes y el todo exhiben un sentido de pertenencia a una determinada identidad (*e.g.* cohesión, asimilación), (e) la parte y/o el todo y/o el colectivo lucha por la vida. Lo natural (no-vivo) no parece caracterizarse por (a), (b), (c), (d), (e), cuando mucho podría decirse que lo natural exhibe incrementos en magnitud según su naturaleza y que sólo algunos materiales naturales (vivos) podrían eventualmente satisfacer (a), (b), (c), (d), (e). La brecha parece inzanjable.

Continuando con el caso de la oveja clon, pero ahora considerando la célula embrionaria de la que se desarrolla, el embrión de la oveja clon también resiste la muerte y hasta cierto punto la inercia. Si la zona pelúcida del embrión unicelular se daña, por acción del virus Sendai por ejemplo, la célula tiende a regenerar su membrana, esto es, se preserva. Y, por fuerzas que todavía hoy no se entienden a cabalidad, el embrión tiende a su perfeccionamiento, es decir, sus partes se especializan de tal modo que pueden ejecutar una función.

El embrión crece y pasando el estadio de la mórula—cuando menos—la posición de los componentes se vuelve crucial. Siguiendo la lógica de la membrana externa (a este punto ausente) las células trofoblasto que expresan *cdx2* rodean de modo

externo al conjunto de células de la masa celular interna que expresan *Nanog* y *oct4*; luego, las células hipoblasto que expresan *Gata6* se localizan entre la cavidad de la blástula y las células epiblasto que expresan *Nanog*; luego, las células del eje posterior del embrión expresan *Nodal* y *Wnt3a*, *Fgf8* y presentan altas concentraciones de ácido retinoico mientras que las células del eje anterior presentan bajas concentraciones del mismo ácido; luego, la masa asociada al epiblasto exhibe un nodo del cual surge el rasgo primitivo a partir del cual se producen y distinguen las capas germinales del embrión (mesodermo, endodermo y ectodermo) así como el notocordio (precursor de la columna vertebral); luego, las células de la placa lateral izquierda del mesodermo expresan unos factores (*e.g.* *Nodal* y *Pitx2*) mientras que las células de la placa lateral derecha expresan otros (*e.g.* *Cerberus*); y así hasta dar lugar a la placa y tubo neural, a la sangre y vasos sanguíneos, al dermatoma, al intestino primitivo, a las células germinales (PGC) y, luego, a la organogénesis (Hyttel *et.al.*, 2010; Stephenson *et.al.*, 2013; Gilbert y Barresi, 2016). ¿Da cuenta esto de un fin? ¿Da cuenta esto de una brecha inzanjable entre lo vivo y lo no-vivo, la piedra y la célula?

El embrión unicelular de una oveja clonada no solamente incrementa sus dimensiones sino que asimila los nutrientes y crece. Pero crece el embrión, no la oveja que lo incubaba, con una cohesión prácticamente inconfundible e inafectable por contacto físico o por las fuerzas mecánicas que ejerce la matriz, lo que estos últimos afectan—pareciera—son algunos aspectos de la forma física de aquello cohesionado. La posición de los componentes del embrión es crucial y la integración de sus partes (*e.g.* placa y tubo neural, somitómeros, placa lateral) da cuenta de relaciones recíprocas que en ocasiones puede derivar en gemelos siameses (¿qué nos dice esto de la cohesión y de la integración que acontecen en el embrión?). El embrión unicelular lucha por su vida (*e.g.* regenera daños en la membrana celular) y cuando el embrión es pluricelular sus células se especializan: es esta la actividad recurrente que llevan a cabo. ¿Da cuenta esto de un fin? ¿Da cuenta esto de una brecha inzanjable entre lo vivo y lo no-vivo, la piedra y la célula?

Podría decirse que sí, el fin de la oveja clon viviente es preservarse, no resiste como resistiría una roca pequeña y muy dura al caer del precipicio sino que persiste y lucha por la vida: sus partes se regeneran y el todo se aferra a la vida. El desarrollo embrionario de la oveja clon recorre un programa muy específico, espontáneo y repetible: las etapas que recorre son regulares, relativamente predecibles y hasta reiniciables naturalmente: es(tá) el embrión unicelular, luego la mórula, luego la blástula, luego la gástrula, la faringula, luego la néurula y luego el feto. Si un blastómero se separa reinicia la secuencia y, de nuevo, conforma una mórula, luego una blástula, etcétera. Incluso en el caso de gemelos siameses clones, parece seguirse una especie de plan que indica la formación de *un* cuerpo con anatomía humana, con una cabeza y cuatro extremidades, lo que sucede aquí es una especie de integración de tejidos. Pero cada grupo de células se dirige hacia su especialización si nada lo impide, cada conjunto de células se diferencia para funcionar, generar órganos y luego sistemas que son *para* nutrir, *para* crecer, *para* regular, *para* mantener, *para* proteger, *para* defender, *para* percibir, *para* desplazar, *para* reproducir.

Pero también puede decirse que no. Las tendencias iteradas en la oveja clon y en su embrión no dan cuenta necesariamente de un fin ni la brecha entre la piedra y la célula es inzanjable. Si se explora esta vía las tendencias iteradas adquieren otros matices. Es decir, se reconoce que la piedra es, hasta cierto punto, distinta de la célula pero no porque en la segunda opere un fin sino porque sus procesos de transformación han sido distintos: la célula evolucionó y la piedra no; en la piedra actúan unas leyes naturales en la célula otras. En la célula operan leyes naturales, otras, que le han permitido preservarse y acumular mecanismos que coadyuvan a su persistencia: metabolismo, sistema de nutrición, sistema inmunológico, sistema reproductivo... que llevan a cabo operaciones muy precisas. Éstas son actividades, no son necesariamente funciones *para* algo. No son *para* sino que *permiten* algunas actividades, que pueden ser interpretadas como funciones, que resultan beneficiosas, en algunos ambientes, pero que podrían no serlo. Dicho de otro modo, pudiera ser que la piedra sea el mismo tipo de entidad que la célula o cuando menos en algún sentido su origen: lo no vivo o inerte como origen de lo vivo. Diríase que ambos son mecanismos subordinados no a un fin sino a leyes naturales y que en el caso de la célula el mecanismo se complejiza hasta que, eventualmente, adquiere la capacidad de preservarse, de desarrollar un sentido de pertenencia a una determinada unidad, de establecer relaciones recíprocas entre sus partes de tal modo que accidentalmente logra acumular múltiples estructuras y actividades que le proveen mayores medios para desplegar la capacidad de preservarse.

La concepción finalista y la concepción mecanicista tienen cada una su historia, sus problemas y sus desafíos. La explicación teleológica o teleomecánica, por ejemplo, tendría que responder a la crítica kantiana del fin como algo en parte externo a la cosa viva. Pero aquí nos interesa poner de relieve las dificultades a las que se enfrenta la explicación mecanicista o teleonómica porque es la que nos pone de camino hacia la pregunta por la naturaleza. Parece que el mayor desafío es probar experimentalmente la producción de una entidad viva a partir de materia inerte (*e.g.* producir ARN replicante a partir de compuestos inorgánicos). Sin embargo, aún logrando esta hazaña quedaría pendiente explicar la naturaleza de cada material y dar cuenta de qué es una ley natural. La explicación mecanicista o teleonómica también tiene que responder a la crítica kantiana pero no a la del fin como causa sino a la de la materia como algo que se autoorganiza, porque, si fuera el caso, esto representaría una contradicción a la inercia como propiedad de la materia. Parece que se requiere de algo otro que la materia y el mecanismo para ordenar a ambos, y no solamente para mantener algún tipo de coherencia con leyes caras para la física (que además representan buena parte de la explicación de corte mecanicista) sino para sostener algún tipo de lógica causal, pues decir que la materia y los mecanismos son causa del embrión de la oveja clon o de la oveja clon adulta es decir muy poco: una (re)descripción de lo que hay que explicar, una (re)descripción de lo causado que no podría ser ello mismo la causa, el mismo clon descrito en otro nivel de observación.

Si son las leyes naturales las que dan cuenta de la reunión de elementos químicos en macromoléculas replicantes y de la reunión de macromoléculas replicantes y capas protectoras, o bien, de la reunión de los componentes de una entidad



reproductora, en el mismo sentido en que son las leyes naturales las que dan cuenta de la regeneración de la membrana celular de un embrión, del desarrollo del mismo y de las actividades biológicas que la oveja clon despliega a lo largo de su vida: ¿qué es exactamente una ley natural? No se trata de dar ejemplos, los conocemos muy bien desde una cultura de difusión de la ciencia (*e.g.* la gravedad, la selección natural, la atracción y repulsión de cargas, la afinidad entre purinas y pirimidinas), se trata de intentar responder quizá con esos ejemplos: ¿qué es una ley en cuanto natural? Y preguntar, por ejemplo, ¿la ley natural es una relación entre dos fuerzas (sí misma y aquello sobre lo que actúa) o una fuerza externa aplicada de manera indistinta? La pregunta que insiste es: ¿qué es la naturaleza? Y luego, ¿es una o múltiples? ¿móvil o inmóvil? ¿sí es separable de lo sensible, en qué modo lo es? Es como si hubiera que regresar al principio... o hacer otro principio, porque centurias de innovación tecnológica no responden estas preguntas pero tampoco las han vuelto irrelevantes o sin sentido y, por lo tanto, insisten.

### *Principios de organización de lo vivo*

Hasta aquí hemos visto cuatro ejemplos históricos de modos de dar cuenta de lo vivo: la teoría hilemórfica, la teoría finalista, la teoría evolutiva y la teoría (bio)artificial. Son éstos cuatro modos de delimitar lo vivo y de organizarlo según un marco causal y según el espíritu de una época o su visión del mundo. Hemos visto cuatro cuestionamientos filosóficos generales y epocales que encuadran el tratamiento del problema de lo vivo, los problemas plurales que en la explicación de lo vivo se generan y los múltiples principios de organización que responden a dichos problemas: alma, primer moviente, poder formativo, finalidad, sujeto cognoscente, genoma, selección natural, *bíos* y *téchne*. Hemos visto, pues, los principios de organización a través de los cuales se comprende o explica lo vivo en momentos clave del pensamiento de Occidente. Y, en lo que toca a este capítulo, hemos visto, también, las consideraciones iniciales de nuestro estudio de caso actual: la producción y el desarrollo de clones; su historia, sus concepciones básicas así como la problemática que generan al preguntar por su carácter viviente y/o natural.

Veamos ahora cómo se comportan, aquí, en nuestro caso de estudio, las preguntas que nacen de los referidos problemas y que se relacionan con las presuntas causas o principios de organización de lo vivo. El cuestionamiento inaugural tendría que ser causal. ¿Qué causa la vida de lo vivo y sus estructuras? Si lo vivo fuera la oveja clon, podría decirse que la causa de su vivir y de su configuración material es el alma (al) de la oveja, influenciada por un primer moviente (pm) que suscita, por ejemplo, una estructura anatómica y fisiológica para el bien de la oveja: un estómago *para* rumiar, un pelaje lanudo *para* conservar el calor y extremidades *para* caminar en determinado medio. El alma de la oveja, se diría, causa el desarrollo del embrión de la oveja y lo lleva a un resultado predeterminado *con vistas a* la nutrición, el mantenimiento, el crecimiento, el desplazamiento y *con vistas a* la percepción sensible de la oveja. Cuando la oveja desarrolla su estómago en la organogénesis y vive rumiando diríase que es por causa del alma y del primer moviente.

Pero el discurso parece a momentos obsoleto cuando se toman en cuenta los “desperfectos” de las estructuras fisiológicas de la oveja, los múltiples animales lanudos que rumian y caminan, y las múltiples subdivisiones taxonómicas que rebasan hoy la especificidad del reino, clase, orden y género<sup>41</sup>. El discurso del alma y su modo de dar cuenta de lo vivo anteceden la muerte de Dios y la explosión en las descripciones taxonómicas, por lo tanto hay lugar para pensar de un modo muy grueso desde el reino de las plantas y los animales y desde entidades omniabarcantes<sup>42</sup>. Mas, cuando se toma en cuenta el carácter accidental de algunos rasgos de la oveja (*e.g.* ojos o visión con ligero astigmatismo, el hecho de que ya no presenta cuernos o, en general, su neotenia: retraso en el desarrollo y en la especialización de las estructuras somáticas respecto de un antepasado), el alma y el primer moviente como causas finales devienen, cuando menos, sospechosas.

Podría decirse entonces que hay en la oveja un poder formativo (pf) que causa la vida de la oveja y sus estructuras materiales, un poder formativo que el sujeto que conoce lo vivo (sc) interpreta como un fin (fi), de tal modo que la cosa a conocer y el modo de conocer sean ordenados. Aquí habría que decir que hay algo en la oveja que posibilita que, a partir de la hierba (educto), aquella produzca un nutriente compatible con su especie: la descomposición, asimilación, reconfiguración de la hierba, esto es, el metabolismo o síntesis y la digestión de la oveja (junto con la multiplicidad de actividades y/o mecanismos que implica) presuntamente *con vistas a* crecer o regenerar, por ejemplo, su lana.

O podría decirse que las estructuras materiales y la vida de la oveja son causadas por la ascendencia de la oveja, sus progenitores (ovejas y carneros) o sus antepasados: un mamífero con pezuñas, el muflón. Y hasta podría decirse que la selección natural (sn) descartó en la oveja (*Ryeland*) los cuernos del muflón porque no resulta ventajoso a la oveja en su ambiente (am), mientras que, por otro lado, la selección natural ha conservado y acumulado las estructuras ventajosas para rumiar (*e.g.* estómago con cuatro compartimentos y sus correlatos genéticos) que le otorgan mayores probabilidades de sobrevivencia ante sus veloces depredadores. Pero la neotenia de la oveja y su ligero astigmatismo vuelven tan sospechosa a la selección natural—en su versión finalista—como el primer moviente y el alma.

Entonces podría hablarse del genoma (ge)—en su versión mecanicista—como causa de las estructuras materiales de la oveja y de su vida. Diríase que el genoma posee no un plano, bosquejo, plantilla o instrucciones que dota(n) de lo necesario sino el material necesario, la estructura material necesaria, para elaborar o especificar todas las proteínas que la oveja requerirá, las células especializadas y las proteínas del intestino primitivo del embrión (gástrula), o del estómago y los intestinos de la oveja

---

<sup>41</sup> Aunque es cierto que a menudo se olvida que en el discurso aristotélico del alma (*psyché*) y de la forma (*eídos/morphé*) no hay ciencia ni del individuo ni de lo accidental, son este tipo de consideraciones las que han logrado impregnar a este discurso de un aura de sospecha. Y aquí resuenan los pasajes que aluden a humanos y animales “deformes” en *Partes de los animales* y *Sobre la generación de los animales*: el caso del “enano” y de la mujer, el caso del murciélago, del topo y de la foca, el caso de la langosta y de las testáceas.

<sup>42</sup> No obstante, los textos metafísicos y biológicos de Aristóteles obligan a matizar: (1) el primer moviente, externo al universo, se limita a suscitar el movimiento en general, no es la causa preponderante del movimiento característico de cada cosa; (2) hay múltiples pasajes donde se considera la *ousía* de, por ejemplo, los insectos, un *genos* muy específico de pulpo, el pájaro, los peces y las serpientes (Gotthelf, 1985b).

adulta, por ejemplo. Cuando el embrión de la oveja se desarrolla y cuando la oveja adulta vive rumiando es por causa de su genoma. El genoma trae consigo otro tipo de sospechas y problemas, pero en un sentido ayuda en la explicación del clon oveja como algo vivo: parece dotar a la oveja de una especificidad que no se logra atendiendo las características más generales de su reino, clase, orden y familia (el genoma, se dice, es especie-específico y ayuda incluso en la identificación de individuos)—no sobra decir que cobra mayor sentido hablar de clones cuando el genoma figura como principio y que la herencia adquiere un sentido interno en contraste con el ancestro como causa externa; si esto se conjunta con el ambiente (am), con lo otro vivo (vi) y con la historia de una vida (vivencias individuales incluyendo circunstancias y catástrofes) la imagen resulta sugerentemente enriquecida. ¿Responde este modo de explicación al espíritu de esta época? ¿Qué le falta?

En rigor, parecería que aquello que dota de mayor especificidad al ser de la oveja (*e.g.* pastoreo, rebaño, lana blanca, marrón...) y al ser de la oveja clon por cultivo y NT (*e.g.* embrión unicelular con núcleo único diploide) es impensable sin la intervención técnica del humano. Las ovejas se piensan desde hace mucho tiempo como ganado, el comercio de su lana, carne y leche ha sido y sigue siendo un componente importante de la economía mundial agrícola y parece que de ahí viene su arraigo en la cultura humana; las expresiones más conspicuas de este arraigo pueden encontrarse en los mitos, la poesía y en la simbología religiosa. Más recientemente, la oveja se piensa como artefacto epistémico<sup>43</sup> o modelo mamífero—a lado del ratón, del cerdo y del humano: está la oveja como organismo modelo de desarrollo embrionario, la oveja como organismo modelo en experimentos de expresión genética (KO), la oveja como organismo modelo en experimentos de clonación (SCNT) y la oveja como organismo modelo en experimentos de transgénesis (*fluorescencia, pharming*).

Estos nuevos modos de ser—ser vivo intervenido—piden nuevos principios de organización que expliquen lo vivo, allí donde el ambiente no es sólo la biósfera, lo vivo otro que interviene (*e.g.* bacterias del rumen) y los componentes abióticos sino también la tecnoesfera. Aquí es donde cobra mayor fuerza hablar de *bíos* y *téchne* como causas de la vida y de las estructuras materiales de la oveja clon. La vida del embrión y de la oveja clon por cultivo y NT—Megan y Morag, Cedric, Cyril, Cecil y Tuppence, Taffy y Tweed, Dolly, Polly, Debbie, Denise, Dianna y Daisy—es(tá) posibilitada tanto por el agua, el aire, la colina y la incubación de las ovejas (sus antepasados, aliados y competidores), por el genoma, la célula y las presiones del ambiente, como por el laboratorio, el microscopio y las placas de Petri. Los presuntos potenciales y resistencias propias del genoma idéntico a otro y del embrión unicelular, su *bíos*, su *physis*, pero también la *téchne* que le interviene. Habría que tener presente aquí varias cuestiones: (1) la neotenia de las ovejas adultas parece ser resultado del ambiente doméstico, de la crianza

---

<sup>43</sup> Artefacto epistémico: “¿Se puede producir algo con el sólo objetivo de generar conocimiento? Los instrumentos coadyuvan a la investigación, pero los organismos modelo pertenecen a otra categoría. Una planta, *Arabidopsis thaliana*, producida en el laboratorio una y otra vez, a la cual se le alteran los genes para estudiar su funcionamiento; un animal, *Drosophila melanogaster*, una bacteria, *Escherichia coli*... Y así, todos estos organismos modelo a partir de los cuales se quiere conocer el funcionamiento de la vida son generados a escala mundial en condiciones de protocolos de investigación como artefactos epistémicos para producir conocimiento. Sin embargo, ¿corresponde el modelo a lo real?, ¿cuál será el modelo perfecto que logre contener dentro de sí todas las posibles variaciones de un tema?” (González Valerio, 2016).

y mezcla selectiva; (2) el ambiente de las citoplastas, empleadas para reconstruir embriones clones de ovejas, es controlado con calcio y corrientes eléctricas; (3) en general, no hay clones tecnológicos sin cultivo y manipulación; (4) el interés en la producción de clones no pende solamente del conocimiento (*i.e.* cómo opera la vida, la herencia y el desarrollo) sino de los bienes comerciales, alimentarios y medicinales de allí extraíbles... con las miras puestas en el sector de patentes<sup>44</sup>.

Las ovejas clones como algo vivo pueden explicarse por conceptos como el alma, el primer moviente, el poder formativo, la finalidad, el sujeto cognoscente, el genoma y/o la selección natural, el ambiente, el *bíos* y la *téchne*. Con el preciso esfuerzo intelectual, todas estas maneras de dar cuenta de lo vivo son plausibles y coherentes—aunque cada una responde mejor al espíritu de su época, su visión del mundo y a su experiencia de lo viviente. Y así como cada marco conceptual para pensar lo viviente responde mejor a los cuestionamientos filosóficos y preocupaciones de su época, cada uno de los principios de organización de lo vivo responde a determinados problemas mientras genera otros nuevos y deja otros tantos, quizá de antaño, sin atender.

El genoma (*ge*), por ejemplo, responde al problema de la *aporía de la causalidad final* y al problema del *fin* como algo, en parte, *externo* a la cosa viva: el genoma de la oveja se entiende como algo interno a la oveja clon—aunque idéntico respecto a algo externo; y la oveja clon adulta, su desarrollo y sus partes, se entienden como algo producido posteriormente por causa del genoma como una parte producida con anterioridad, esto es, la secuencia causal efectuyente es, sin problemas, eficiente, lineal. El genoma de la oveja clon en cuestión ya existía en su carioplasta y el genoma de la carioplasta vino a existir tras los procesos de meiosis de las células germinales de sus progenitores y tras la cooperación de los sets de cromosomas en un previo cigoto. El recurso retrospectivo puede llevarse hasta el ancestro más lejano de la oveja (*e.g.* un mamífero cordado) e incluso hasta llegar a la célula eucariota más primitiva (*e.g.* LUCA) y a un primer replicador (*e.g.* ARN primigenio) y es aquí donde se vuelve manifiesta una serie de problemas que circunvalan a este principio de organización. ¿Cuál es el *origen* del primer replicador? ¿de dónde su capacidad de generación, mantenimiento, regulación y preservación: replicación, memoria, crecimiento, desarrollo, regeneración y tendencia hacia un resultado predeterminado? Si su *origen* se relaciona con un conjunto de estructuras inertes (*e.g.* C, H, O, N) ¿cómo surge mecánicamente la capacidad de replicación de los ácidos o la capacidad de reproducción de la célula? Y si las leyes naturales están íntimamente implicadas ¿qué es una ley en tanto natural?

---

<sup>44</sup> La historia de la clonación por cultivo y transferencia nuclear (NT) es también una historia de aplicaciones y luchas por patentes de invención: la solicitud de patentes (EPO: 9517780.4 y 9517779.6) en 1995 por el método de clonación y modo especial de preparar las carioplastas y las citoplastas que desembocan en los clones Megan y Morag; las patentes en tecnología de clonación en 1997 a raíz de Dolly (Wilmot *et.al.*, 2000); la patente de clones desestimada en 2008 por la Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de Estados Unidos (El País, 2014); la resolución en 2014 del juez de la Corte de Apelaciones del Circuito Federal de Estados Unidos en contra de la protección de patentes a animales resultantes de la clonación (Reuters, 2014); la solicitud de patentes (IMPI: MX/a/2014/007256 y MX 328698 B) relacionadas con la tecnología de clonación en México (IMPI, 2017).

Los problemas más intrigantes piden dar cuenta de la *unidad, orden y actividad* presuntamente *propia* de lo viviente: la oveja clon. ¿Por qué todas las actividades y mecanismos de la oveja clon van reunidas de un sitio a otro? La oveja como un todo sube y baja la colina. Allí donde va la vista y el balido de la oveja van sus pezuñas y su lana; el trotar sigue a la vista y viceversa, ahí va la oveja completa. Allí donde va el rebaño va también la oveja, juntita, (re)pegada, sin desintegrarse en el forzado trotar donde chocan con fuerza pezuña y tierra, sin integrarse tampoco al rebaño de modo irreversible. ¿Pero qué hay de la unidad durante la fase embrionaria del clon de oveja? Todo parece menos definitivo, después de todo una citoplasta y otra carioplasta se integran y dos embriones pueden unirse para formar quimeras o gemelos siameses. No obstante, cada citoplasta y carioplasta, cada blastómero, sigue y da continuidad a la lógica de la unidad a la que previamente pertenece (*i.e.* célula germinal, célula somática, célula embrionaria, célula fetal) y se integra para conformar nuevas unidades dentro de los límites de las posibilidades de la unidad previa. ¿Por qué? Si se dice que la causa es el genoma ¿qué se está diciendo? Los problemas son aquí de un espesor que restan *momentum* a la respuesta fluida, vigorosa y contemporánea del genoma: hay que explicar qué es una ley natural, si es ésta la que da unidad a aquello que presuntamente da unidad a la oveja clon, y hay que tener presente que el genoma no es más que una parte y/o un mecanismo de la oveja, la oveja misma, aquello por cuya *unidad* pregunta la filosofía.

Y es que son justamente estos problemas, el de la *unidad* y el *orden*, el de la distinción *causa/causado*, los que muy bien atienden los recursos finalistas: el alma (al), el poder formativo (pf), la finalidad (fi) y el sujeto cognoscente (sc). Muy bien atienden, también, el problema de la (auto)direccionalidad (*e.g.* autopreservación: regulación y generación autónoma; conservación y acumulación de estructuras ventajosas en lo vivo) de ahí, quizá, que hayan alcanzado a permear o a transmutarse sus rasgos en algunas versiones de la selección natural (sn). Sin embargo, llevamos a cuentas el problema del *fin* como algo *externo* a la cosa viva cuando menos en parte.

Cuando el viviente mismo no basta con todo y su genoma (ge) y/o selección natural (sn), queda el ambiente (am) como principio de organización. Y es que, si no, ¿por qué un blastómero o un ovocito enucleado (ya sin material genético) desplegaría una actividad viviente (división, multiplicación: reproducción) o por qué importaría el sitio en el que se encuentra un embrión? Aquí encontramos, en cambio, el problema de la *naturaleza* del ambiente y de la *naturaleza* de aquello que habita el ambiente; si sus naturalezas no son distintas y hay una fluidez de identidad queda pendiente explicar la *brecha* que va de la estructura inerte (*e.g.* aire, agua y tierra de la colina) a la estructura viva (*e.g.* Debbie, Denise, Dianna y Daisy). E insiste la pregunta ‘¿el ambiente transforma la esencia de lo vivo al determinar lo que el viviente *efectivamente* hace dentro de los límites de lo que eso vivo *puede* hacer?’. Es el ambiente del material genético de la oveja clon y de su embrión el que determina lo que el ADN hace efectivamente dentro de los límites de lo que puede hacer (replicarse o no, expresarse o no: aparición de la membrana nuclear (NE) vía manipulación de factores del citoplasma, neotenia vía crianza doméstica) y es el ambiente del

embrión clon de oveja el que determina lo que la célula embrionaria efectivamente hace (desarrollar un embrión pluricelular o no, y cuándo, vía factores del citoplasma: calcio, corriente eléctrica).

Los modos de operar el ambiente (am) como principio de organización de lo vivo permiten concebirlo en varias modalidades: el ambiente como lo otro vivo (vi) , el ambiente como componentes abióticos y el ambiente como tecnoesfera (*téchne*). La *téchne*, hemos visto, es fundamental en la vida de los clones tecnológicos: están los cercos y el pastoreo, están los establos que de cuando en cuando trasmudan incluso en laboratorios, están las patentes... así como un entendimiento milenario de la reproducción, herencia y cría de ovejas. Pero la *téchne* trae consigo sus propios problemas: la *téchne* no deja de ser un principio de organización externo e intencional, no explica la presunta *auto direccionalidad* ni la resistencia ni la relativa independencia de la oveja clon viva. Hay que decir entonces que *téchne* influencia el movimiento espontáneo y resistente (*bíos*) de la célula germinal (citoplasta) y de la célula somática o fetal (carioplasta) a partir de las cuales se (re)construye un embrión clon para que la oveja clon viva y viva de cierta manera: secretando una proteína humana en su leche, por ejemplo.

La célula germinal (e.g. ovocito) y la célula somática o fetal (e.g. *OME cells*, *PDFF cells*) resisten los “insultos” de la técnica— los ejemplos se encuentran a lo largo de la historia de la clonación, especialmente en los experimentos de Roux—a menos que haya un entendimiento relativamente fino de los modos en que éstas operan usualmente, un entendimiento muy preciso de los materiales constitutivos y procedimientos naturales que normalmente ejecutan, un entendimiento de sus presuntos potenciales y resistencias propias, su *bíos*—los experimentos de Driesch y Willadsen, por ejemplo. Se puede atribuir a *bíos* como principio de organización de lo vivo la *unidad, orden y actividad propia* de la oveja clon pero *bíos* tampoco representa un nodo límpido de problemas, *bíos* es también un nudo. Si *bíos* es un principio de organización trascendental, i.e. un principio inmaterial que precede a la experiencia de lo vivo, los problemas también se apilan: ¿qué tipo de temporalidad opera en una causa inmaterial? ¿cómo se comunica con la materia? Éstos son algunos de los problemas que impele una *causalidad desconocida*, sin paralelo...

Y ¿*bíos* supone un fin? ¿qué hay del problema del *fin* como algo en parte externo a la cosa viva? ¿el fin se queda del lado de *téchne*, fuera de la cosa viva, reduciéndole a causa eficiente? ¿*Bíos* da cuenta de la preservación a la que tiende lo vivo? ¿Cómo explicar la persistencia del embrión unicelular, ese que regenera su membrana ante el daño; cómo explicar la estructura y funcionamiento tan fino de la membrana nuclear (NE), por ejemplo, que evolucionó de tal modo que permite entrar solamente ciertos materiales “amigables, útiles” y no otros “hostiles”? ¿Cómo explicar el discurso que cuenta que el sistema inmune de la oveja incubadora aborta los embriones cuya zona pelúcida está dañada, no porque sea “extraño” (los no dañados los conserva) sino porque el embrión presenta daños y eso le resulta extraño, por qué? ¿La materia y el mecanismo bastan? ¿Qué nos obliga a estar constantemente, históricamente, considerando algo más? ¿No basta con las leyes naturales? ¿Cuáles son los límites de la ley natural como principio explicativo?

¿*Bíos* puede dar cuenta de qué es una ley natural y qué es la naturaleza? Los cuestionamientos se apilan uno tras otro. Y siguiendo su curso llegan a sedimentarse. Queda la historia y las proyecciones a futuro, los problemas están ahí puestos delante y habrá otros tantos por desocultar. Si acaso hay modos de delimitar nuestro presente, diríase que hoy, muy especialmente, nos interpelen dos problemas generales: el problema del mundo (bio)tecnológico y el problema de la brecha entre lo vivo y lo inerte. Parece que harán falta otras vueltas, otras revisiones históricas de los modos de plantear el problema de lo viviente y una estimación de los logros y limitaciones que esta empresa entraña.

En suma, hay cuando menos cuatro maneras de dar cuenta de lo vivo en Occidente: la teoría hilemórfica, la teoría finalista, la teoría evolutiva y la teoría (bio)artificial. De aquí se desprenden diez principios de organización de lo vivo—(al), (pm), (pf), (fi), (sc), (ge), (sn), (am), (*bíos*), (*téchne*)—y cuatro modos de explicar lo vivo: (i) la explicación teleológica que se vale de la causa final-formal-eficiente y de la causa eficiente-material, (ii) la explicación teleomecánica que se vale de la causa final y de la causa eficiente, (iii) la explicación mecánica que se vale de la causa eficiente y (iv) la explicación trascendental o no mecánica pura que se vale de la causa formal y de la causa eficiente. Las maneras de dar cuenta de la vida de lo vivo y de sus estructuras desde un marco causal no son, ninguna de ellas, exhaustivas ni atienden sin reservas todos los problemas que en la explicación de lo vivo se han generado de Aristóteles hasta nuestros días. La organización, comprensión y explicación de lo vivo atiende, antes bien, el espíritu de una época, su visión del mundo y una experiencia concreta de lo viviente en cada caso.

### *Reflexiones causales*

Los principios de organización de lo vivo son sus causas—tal como las entiende el que piensa y desde donde piensa. Éstas suelen estar comprendidas como causa material, causa formal, causa final y causa eficiente. *Antes* de la idea de organismo el énfasis está puesto en la causa formal y final, *con* la idea de organismo el foco se coloca en una tensión entre la causa final y la causa eficiente, *después* de la idea de organismo termina por jalar con más fuerza la causa eficiente.

¿De qué diríamos que depende la fuerza explicativa de un modo de explicar lo vivo? De la oveja Dolly, por ejemplo, diríase quizá que depende del espíritu de una época, su visión del mundo, las ideas que hay en el aire, en las calles, el contexto inmediato, los criterios, valores y preferencias de quien hace la experiencia y de quien juzga después lo experimentado, sus resultados y sus alcances; especialmente parecería que depende de la experiencia concreta de lo viviente en cada caso, marcada por la accesibilidad y los instrumentos o la accesibilidad a ciertos espacios y a ciertos instrumentos: de visión, de medición, de intervención. El microscopio Diaphot del Instituto Roslin tendría que ser paradigmático. Los griegos no tenían nuestros artefactos. Pero tampoco es que su realidad nos resulte completamente incomprensible, como tampoco la nuestra les resultaría por completo de este modo; y es que compartimos no sólo un suelo que todavía no cambia hasta ser irreconocible, sino un

artefacto, su lenguaje, el lenguaje al que siempre volvemos cuando nos quedamos ciegos de tanto ver. Cuando y donde nos quedamos ciegos es con las nuevas imágenes: el cigoto con dos pronúcleos, la doble hélice, la membrana nuclear desvaneciéndose, desapareciendo y volviendo a aparecer... parece que son estos nuevos instrumentos y nuevas imágenes las que obligan a destejer el telar de la tradición. A destejer, deshilar, reconfigurar, porque los hilos griegos y aristotélicos son hilos de los que seguimos tirando y no es claro si hemos dejado de hacerlo alguna vez, o así nos lo parece hoy; la “perspicacia” occidental en el pensamiento de lo vivo no ha pendido de quemar todos los hilos con los que se teje (el discurso de las causas, por ejemplo) y desteje (el discurso del bien, por ejemplo), no ha pendido de arrancar todos los hilos, o romperlos de tajo—cuando lo hacemos allí nos vemos después reanudando—la “inventiva” tampoco ha pendido de agarrar nuevos hilos o fabricar otros telares (no importa de cuántos cambios de paradigma hablemos o de cuántas dislocaciones, una especie de canon sigue estando ahí si se sigue el hilo: es el hilo que se teje y se desteje), parece que así opera la tradición y nadie que haga ciencia quiere ser huérfano. Entonces heredamos problemas y conceptos y desde ahí pensamos pero dislocando la percepción desde nuestras máquinas y prótesis sin renunciar a nuestros ojos ni a nuestra carne porque son también condición de posibilidad del pensamiento, quizá en la misma medida que lo son los marcos desde los que se interpretan y ordenan los “datos”. Hay que destejer y volver a tejer de tal modo que haga sentido. Porque pareciera que eso es lo que más nos preocupa. La oveja clon y su origen tiene que hacer sentido. ¿Por qué ya no hace sentido decir que en las “hermanas” de Dolly hay una fuerza que empuja hacia su bien? Esos datos que generan sospecha son obtenidos y difundidos por mediación de máquinas: el microscopio, el centrifugador, el termociclador, el aparato de electroforesis, la computadora, la radio y la televisión. Y entonces hay que destejer: ¿cuántas figuras se pueden? ¿cuántas maneras de explicar lo vivo con los mismos hilos y con nuevas peripecias?

Está allí el marco causal, las reglas y los tipos de causas: lo vivo es lo causado, la causa tiene que distinguirse de lo causado y aquella puede ser: material, formal, final, agente (eficiente). Es muy difícil dar cuenta de las similitudes en algunos rasgos de los distintos principios de organización de lo viviente, no es tan fácil decir tajantemente que el justificante es ontológico, epistemológico o histórico. Y más acá de las similitudes, las únicas recurrencias en nuestra secuencia histórica son dos: (1) se acude siempre en mancuerna a, cuando menos, un principio interno y un principio externo a la cosa viva (*i.e.* alma interna y primer moviente externo; poder formativo no externo, finalidad interna-externa y sujeto cognoscente externo; genoma interno, selección natural interna o externa y ambiente externo; *bíos* interno y *téchne* externa) el umbral, parece, no ha sido la piel ni la superficie sino la integración, la unidad y la tendencia específica iterada, como si lo vivo realmente fuera pero no se bastara a sí mismo, o es esto lo que la imagen del desarrollo embrionario del clon, de la quimera y del siamés, nos deja ver; (2) se decide un punto entre dos polos: la tradición teleológica y la tradición mecanicista.



La teoría hilemórfica de Aristóteles, pensada desde el alma, la *psyché*, se sitúa en la tradición teleológica—con vocación teleomecánica—en orden de explicar lo vivo. Diríamos que el movimiento de la oveja (*e.g.* el trotar, el rumiar) estaría delimitado por el límite de sus capacidades definitorias características (*e.g.* nutrición, crecimiento, desarrollo, desplazamiento, sensación), esto es, su alma, que permite la unidad y la realización más propia de la cosa viva. Y diríamos que la movilidad y el movimiento de la oveja tiende hacia un fin, determinado por su alma, posibilitado por medios (*e.g.* las patas, el rumen) y suscitado por un primer moviente, que es su bien: la oveja no se desplaza nadando ni toma su alimento de la copa de los árboles, la oveja trota con pezuñas y paca la hierba alrededor de la colina. La(s) causa(s) de la oveja viva está(n) pensada(s) como fin(es), este modo de explicar lo vivo se adscribe a la tradición teleológica (finalista).

La teoría finalista de Kant se sitúa en la tradición teleomecánica en orden de explicar lo vivo. Diríamos que en la oveja hay múltiples actividades (*e.g.* rumia) que están unificadas y ordenadas por un poder formativo que organiza las estructuras materiales de la oveja (*e.g.* rumen, omaso, abomaso) y un sujeto cognoscente que engloba las actividades de la oveja a partir de un fin que interpreta como un “para crecer”, “para regenerarse”, “para preservarse”: la oveja paca hierba (eductos), genera un bolo, el bolo pasa al esófago, al retículo y luego al rumen, regurgita a la boca y regresa al rumen, al omaso y al abomaso, se descompone el bolo de la hierba en hidratos de carbono, asimila así el bolo y se nutre, todo para, presuntamente, regenerar, por ejemplo, su lana. Las causas de la oveja viva están pensadas como actividades y mecanismos subordinadas a un fin estimado en parte por representaciones del sujeto que conoce la oveja, este modo de explicar lo vivo se sitúa en la tradición teleomecánica.

La teoría de la evolución se sitúa en la tradición (teleo)mecánica en orden de explicar lo vivo. Diríamos que la estructura de la oveja clon (*e.g.* lana, cuernos, pezuñas, rumen, genoma idéntico) estaría determinada por sus progenitores y sus ancestros, por el ambiente en el que éstos han habitado, y también por una fuerza que conserva y acumula lo ventajoso a la oveja, el genoma y/o la selección natural, en su ambiente actual. Las causas de la oveja viva están pensadas en buena parte como mecanismos, en cambio, la fuerza que conserva y acumula lo ventajoso a la oveja (*e.g.* lana, cuernos, pezuñas, rumen, genoma idéntico) puede estar pensada como fin (*e.g.* lo beneficioso para la oveja; la preservación, la sobrevivencia) al que se subordinan los mecanismos; o como mecanismo puro cuya funcionalidad en la estructura (*e.g.* protección, digestión, alimentación herbívora, economía y eficiencia reproductiva) resulta meramente accidental. Así, este modo de explicar lo vivo se adscribe a la tradición mecanicista con algunos rasgos adoptados de la tradición finalista: teleología o teleonomía.

No es todavía claro dónde se sitúa y a qué se adscribe la teoría de la (bio)artificialidad, pero sin duda hace uso del recurso teleológico y mecanicista. Diríase que el movimiento determinado de la oveja clon transgénica (*e.g.* división del embrión con núcleo diploide único, subexpresión de factores que inhiben el crecimiento fetal, expresión del factor IX de coagulación: secreción de proteínas humanas en la leche de la oveja) responde a las presuntas potencialidades propias de la especie *ovis*

*orientalis* y hasta del muflón salvaje (*e.g.* actividad nuclear de material genético, división celular, fenómeno de la impronta genética, expresión fenotípica de mamas, secreción de leche y generación de proteínas), su *bíos*, pero intervenido por fines humanos prácticos, técnicos y político-económicos así como por el ejercicio técnico de lo otro vivo, la *téchne*: el ejercicio de bacterias y hongos que habitan el rumen, la domesticación del muflón salvaje, la liberación de cimarrones, la crianza y mezcla de ovejas, la agricultura y la agroindustria como actividad económica, la sofisticación de la transgénesis a partir de la clonación, el mercado de las proteínas terapéuticas, de las patentes y de la salud (SCNT, *pharming*, manipulación de embriones con diagnóstico de enfermedad hereditaria), la bioética implicada en la manipulación de embriones.

Las consideraciones más generales que una explicación de lo vivo supone son las siguientes: tipo de causa (*e.g.* material, formal, final, eficiente), localización de la causa respecto a lo causado (*e.g.* dentro o fuera de lo vivo, dentro o fuera del universo), énfasis causal (*e.g.* recurso teleológico, teleomecánico, mecánico, teleonómico), medio de observación de lo causado (*e.g.* ojo desnudo, cámara, microscopio), nivel de observación de lo causado (*e.g.* molecular, microscópico, macroscópico: tejido(s), órgano(s), organismo(s), población, especie), selección de la cosa viva (*e.g.* semilla, ave; topo ciego mamífero, simbiote; virus fotografiado, planta o ecosistema enlazado a telégrafo o respirógrafo, bacteria iluminada, maíz o milpa transgénica, oveja o rebaño clon, cuerpo enlazado a sistema informático, dron, IA).

Dichas consideraciones ‘causales’ responden al espíritu de una época, su visión del mundo, sus artefactos, sus inquietudes, su tradición y sus preocupaciones filosóficas singulares. Cada vez es más difícil sostener, de modo coherente al menos, una concepción progresista, esto es, cada vez es más difícil decir que la teoría evolutiva decía verdad y que Aristóteles se equivocaba, o decir, que la oveja es superior al muflón salvaje, que el cimarrón es superior a ambos o viceversa. En cambio, diríase, cada cual tiene sus límites y cada cual atiende su ambiente, su contexto. Desde el humor o condición de la historia y filosofía de la ciencia ya se defiende una idea de inconmensurabilidad:

This is the idea that, in the course of a revolution and paradigm shift, the new ideas and assertions cannot be strictly compared to the old ones. Even if the same words are in use, their very meaning has changed. That in turn led to the idea that a new theory was not chosen to replace an old one, because it was true but more because of a *change in world view* (Hacking, 2012, p.xi).

Tenemos, entonces, a lo largo de nuestra secuencia histórica, no a errados, tontos y derrotados, sino a quienes razonan mejor según el espíritu de su época y su audiencia. No habría que olvidar además que, según este humor, en cada momento de crisis en el ciclo regular de las revoluciones científicas se hace manifiesto el recurso constante a la filosofía, al pasado y a las alternativas: en locución del debate en torno a los fundamentos (del ser, del conocer; de la vida, de lo viviente; de las causas), en locución de experimentos mentales y en locución de un “*análisis filosófico* fundamental de las *tradiciones* contemporáneas

de investigación”<sup>45</sup>, esto es, se reconsidera el pasado (lo dicho y cuestionado entonces...) a la luz del presente, en el proceso de conformación y elección de un nuevo paradigma (Kuhn, 2012 [1962]).

Si el carácter accidental de varios rasgos de lo vivo<sup>46</sup> (*e.g.* astigmatismo, pezuñas y neotenia de la oveja) representan anomalías “irremendables” e “inajustables” que se han ido apilando o acumulando respecto al discurso de un *telos* (fin, bien)<sup>47</sup> ¿cuál es nuestro nuevo paradigma? Si las metáforas de *agencia* y *bien* se vuelven cada vez más insostenibles en algunas regiones de lo natural sensible (*e.g.* genoma, fenotipo), si las máquinas continúan en su constante y vorágine reinención, si los modelos matemáticos computarizados auxilian cada vez más en la estimación de la probabilidad de la emergencia de vida a partir de lo inerte o en la estimación de la probabilidad de la acumulación aleatoria de estructuras ventajosas... ¿cómo vamos a obtener, ordenar e interpretar los datos hoy? Eso es lo que nos toca construir. Con suerte y disposición, podríamos hacerlo tomando en cuenta que el lenguaje de antaño sigue aquí y que también se va transformando (sus semas se desplazan), trae consigo la memoria tácita de conceptos antiguos, dando forma a la investigación reciente de acuerdo con su historia previa, proveyendo al mismo tiempo los medios para formular nuevos conceptos y nuevas percepciones (ver epígrafe).

---

<sup>45</sup> El énfasis y la traducción los introduzco yo. El fragmento de primera mano espeta así: “It is no accident that the emergence of Newtonian physics in the seventeenth century and of relativity and quantum mechanics in the twentieth should have been both preceded and accompanied by fundamental philosophical analyses of the contemporary research tradition” (Kuhn, 2012, p.88).

<sup>46</sup> Los muchos y diversos ejemplos tendríamos que buscarlos en los trabajos del genetista Jacques Monod y en los trabajos de los teóricos de la evolución Richard Dawkins y Stephen Jay Gould.

<sup>47</sup> Desde el *telos* como plan de Dios en el principio de los tiempos, hasta el *telos* como tendencia genética interna de un embrión pasando por el *telos* como conservación de lo exclusivamente útil, ventajoso o beneficioso por medio de la selección natural.

## CONCLUSIONES

Aquí termina el hilo conductor de este trabajo de tesis: la pregunta ‘¿cómo la filosofía organiza, comprende o explica lo viviente?’. En este cierre nos damos a la tarea de recapitular brevemente, resumir, concluir y colocar un par de cuestionamientos más. Al comienzo, tomamos como punto de partida dos momentos clave en el pensamiento occidental de lo vivo para examinar el entendimiento actual desde una perspectiva histórica. El primer momento nos dota de un lenguaje inaugural para la conceptualización de la vida y el segundo momento da testimonio del surgimiento de la idea de organismo. La tesis que nuestro trabajo defiende afirma que hay un *antes* y un *después* de la idea de organismo en la comprensión o explicación de lo vivo. La teoría hilemórfica de Aristóteles funciona aquí como un ejemplo histórico del *antes* mientras que la teoría de la evolución y la teoría (bio)artificial funcionan como ejemplos históricos del *después* respecto a la teoría finalista de Kant como piedra angular.

*Antes* de la idea de organismo el énfasis recae en la causa final (causalidad teleológica) para explicar lo viviente—el “para volar” del ala y del ave, el “para bien” del ave o el “para rumiar” del rumen y de la oveja rumiante, el “para bien” de la oveja. *Con* la idea de organismo hay una tensión entre la causa final y la causa eficiente (causalidad teleomecánica)—el presunto “para crecer” o “para regenerarse” de la hoja y de la planta o de la lana y de la oveja; el embrión que efectúa la raíz que efectúa el tallo que efectúa la hoja y que, juntos, efectúan la asimilación del nutriente (*e.g.* H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>) y la producción de la hoja regenerada; el embrión que efectúa la mórula, que efectúa la blástula, que efectúa la gástrula, que efectúa la organogénesis, que efectúa el feto, su esófago y su rumen, que efectúan el juvenil, su esófago y su rumen, que efectúan el bolo regurgitado que, junto con otros órganos, efectúan la asimilación del nutriente (*e.g.* C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) y la lana crecida. *Con* la idea de organismo el énfasis comienza a desplazarse hacia la causalidad mecánica—las relaciones recíprocas entre las partes de la planta u oveja y la planta u oveja efectivamente realizada como un todo mecánico: los azúcares, las proteínas, la fotosíntesis de la planta orgánica o la síntesis (descomposición, asimilación y reconfiguración de eductos) de la oveja orgánica.

*Después* de la idea de organismo el énfasis recae en la causa eficiente (causalidad mecánica)—el ancestro mamífero artiodáctilo bóvido de la oveja o la ascendencia *Ryeland* sin cuernos, poco funcionales en un ambiente doméstico, de las ovejas *Poll Dorset*—allí donde la causalidad finalista se vuelve, bien, marginal o, bien, central: el genoma y/o la selección natural que conserva y acumula estructuras beneficiosas “para (/que permiten) sobrevivir” en determinados ambientes, por ejemplo, el rumen en detrimento de los cuernos en el caso de la oveja.

*Después* de la idea de organismo, más recientemente, se estiman los límites y alcances de la causa final y de la causa eficiente en orden de explicar lo vivo. La causa, se dice, es el *bíos*, una causa formal—la capacidad de desarrollar un embrión de la célula germinal, la capacidad del genoma para generar proteínas—, y la causa es la *téchne*, una causa eficiente y final—las

patentes, la transferencia nuclear (NT) y la transfección vía lipofección. Así, la causalidad considerada en la explicación de lo viviente es finalista, respecto a la *téchne*, y trascendental, respecto al *bíos*.

Las consideraciones más generales que una explicación de lo vivo supone son las siguientes: tipo de causa (*e.g.* material, formal, final, eficiente), localización de la causa respecto a lo causado (*e.g.* dentro o fuera de lo vivo, dentro o fuera del universo), énfasis causal (*e.g.* recurso teleológico, teleomecánico, mecánico, teleonómico), medio de observación de lo causado (*e.g.* ojo desnudo, cámara, microscopio), nivel de observación de lo causado (*e.g.* molecular, microscópico, macroscópico: tejido(s), órgano(s), organismo(s), población, especie), selección de la cosa viva (*e.g.* semilla, ave; topo ciego mamífero, simbiote; virus fotografiado, planta o ecosistema enlazado a telégrafo o respirógrafo, bacteria iluminada, maíz o milpa transgénica, oveja o rebaño clon, cuerpo enlazado a sistema informático, dron, IA).

En la teoría hilemórfica de Aristóteles, *antes* de la idea de organismo, por ejemplo, se piensa especialmente en el fin de la semilla o planta, en el fin del animal y en el fin del humano (tipo de causa, énfasis causal y cosa viva). La cosa viva se observa con el ojo desnudo a nivel macroscópico, suelen ser cosas individuales; la causa de la cosa viva es interna a ella, por un lado, y externa al universo, por otro. *Antes* de la idea de organismo la comprensión de lo vivo se justifica a través de una causa inmaterial a la cosa viva (causa/causado). Lo viviente causado, el animal por ejemplo, se justifica por un fin interno e inmaterial—*e.g.* “para percibir sensiblemente”, “para desplazarse”—que determina lo que el animal es, tal cual es (su forma esencial), al especificar el (o los) límite(s) de la(s) capacidad(es) definatoria(s) que caracterizan el movimiento de un animal en particular, y cuyo movimiento (*e.g.* el ver por medio de ojos o el desplazarse por medio de patas/alas/aletas) está influenciado por una fuerza que suscita su actividad beneficiosa y su bien: la oveja que trota por la colina terrosa, que no tiene cuernos cuando es hembra pues el macho es más fuerte y más agresivo, es él quien combate—la naturaleza no hace nada en vano ni superfluo: concede partes que sirven para el ataque y la defensa y sobre todo a quienes pueden usarlas y en mayor medida—, la oveja que por falta de dientes tiene un estómago de rumiante; la oveja que se alimenta de hierba y camina, no come algas marinas, testáceas duras o frutos de las copas de los árboles, no se desplaza en el fondo del mar ni en el alto cielo, no tiene aletas ni alas, la oveja camina y rumia. La justificación de lo vivo es el fin como causa que es la forma (alma) de lo viviente causado, influenciado por un principio externo (primer moviente).

En la teoría finalista de Kant, *con* la idea de organismo, por ejemplo, se piensa especialmente en la finalidad que ordena los materiales y actividades de una planta—causa eficiente subordinada a causa final—, se piensa en la finalidad que ordena los mecanismos de un animal y en la representación que ordena el actuar moral del humano (tipo de causa, énfasis causal y cosa viva). La cosa viva se observa con el ojo desnudo a nivel macroscópico, suelen ser cosas individuales; la causa de la cosa viva es presuntamente interna a ella, por un lado, y externa a ella misma, por otro lado, cuando menos en parte en el caso de lo orgánico. *Con* la idea de organismo se da cuenta de lo vivo a través de una causa final pero determinada en parte por una

causa inmaterial presuntamente interna a la cosa viva (poder formativo), causada también por una causa racional (sujeto cognoscente) como principio externo a lo viviente causado. Lo viviente causado, un árbol, de la colina por ejemplo, está justificado por una fuerza inmaterial, no externa mas inescrutable, que el sujeto cognoscente—presente en el cuidador de la colina y del rebaño o en el investigador de la naturaleza por ejemplo—sólo puede comprender en términos de fines, propósitos o funciones: e.g. “para crecer”, “para regenerarse”, “para reproducirse”, “para preservarse”. Tal tipo de fin o actividad dota al árbol de su unidad y presunta actividad propia, reúne sus mecanismos y múltiples actividades, de tal modo que puede ser conocido de modo ordenado. Asimismo, *con* la idea de organismo, se da cuenta de lo vivo a través de causas eficientes (causa/efecto) subordinadas a la causa final: por ejemplo, los azúcares que efectúan las proteínas que efectúan las raíces que efectúan el tallo o tronco que efectúa las ramas y hojas que efectúan los aceites y las resinas, o bien, la fotosíntesis de la planta orgánica con vistas a su crecimiento, regeneración, y, en suma, con vistas a su preservación como un “para generar”.

En la teoría de la evolución, *después* de la idea de organismo, por ejemplo, se piensa especialmente en la causa eficiente de las estructuras y funciones de un animal, las estructuras y funciones son pensadas como mecanismos a veces subordinados a una causa final que selecciona lo ventajoso, útil o beneficioso (tipo de causa, énfasis causal y cosa viva). La cosa viva se observa con el ojo desnudo a nivel macroscópico pero también se observa con el microscopio a nivel microscópico y hasta molecular, es decir, se observan organismos, órganos, especies, poblaciones pero también tejidos, células, cromosomas, genomas, genes, ácidos, aminoácidos, proteínas; la causa de la cosa viva es interna a ella y está influenciada por causas externas.

*Después* de la idea de organismo la explicación de lo vivo se mecaniza, ya no se trata exactamente del mecanismo o de los mecanismos ordenados y unificados por un fin (interno o externo) sino que los mecanismos quedan sueltos. *Después* de la idea de organismo la diferencia entre la causa de lo causado se convierte en diferencia entre mecanismos (causa/efecto) que obvian la pertenencia de determinada serie de mecanismos y actividades a *una* cierta identidad. Por ejemplo, la forma o especie del ancestro o progenitor vivo—una oveja *Ryeland*, el muflón oriental, un mamífero ungulado artiodáctilo, la célula procariota—como causa (eficiente) de lo viviente efectuado: una oveja *Poll Dorset* (Polly por ejemplo) sin cuernos ya. Ahora bien, cuando el mecanismo causante no es externo (ancestro o progenitor) sino interno a lo viviente efectuado, e.g. la forma o especie de lo viviente en cuestión, su estructura material, por ejemplo anatómica o fisiológica, e incluso su genoma, el problema que la explicación mecánica de lo vivo (re)abre es, precisamente, el problema de la distinción «causa/causado» y/o «*explanans/explanandum*»: el genoma y las estructuras materiales constituyentes de la oveja siguen siendo la oveja misma (re)descrita a otro nivel, i.e. molecular, microscópico o macroscópico parcial; es decir, tales mecanismos no dejan de ser la misma oveja que queremos explicar y cuya causa, se esperaría, tendría que indicarse según las exigencias lógicas de un marco causal.

Otros problemas que la mecanización (en las explicaciones) de lo vivo implica son: además del problema de la *unidad* de lo vivo, el problema del *origen* de lo vivo o lo vivo original—cuando el mecanismo es puro—y el problema de la (auto)direccionalidad beneficiosa y acumulada de lo vivo—cuando no se incluye un principio que explique la iteración del acontecimiento poco probable (iapp). Es decir, una vez que el recurso al ancestro llega a su límite lo que queda es una cosa viva primigenia (*e.g.* una “estructura sencillísima”) o la primera especie mamífera o animal (*e.g.* organismo eucarionte) en el caso de la oveja, lo que queda pendiente y se abre como problema es explicar cómo y por qué se adquiere mecánicamente la capacidad de reproducción, cómo surgió esa primera especie y ese primer organismo (*e.g.* unicelular) y cómo es que logró conservar y acumular tantas estructuras funcionales ventajosas, en medio de la contingencia y los incontables accidentes, sin valerse de uno o varios principios como la selección natural en su versión finalista.

Después de la idea de organismo, en la teoría de la evolución, se da cuenta de lo vivo a través de un mecanismo interno a la cosa viva (*e.g.* el genoma, la estructura anatómica y fisiológica de la oveja *Poll Dorset*) como causa de la misma (*i.e.* la oveja), causada o determinada a su vez por otras determinaciones y principios mecanicistas y finalistas—causa eficiente y causa final— internos y externos, directrices y no directrices, según la vertiente de pensamiento y la versión teórica; así, después de la idea de organismo, determinan lo viviente: la naturaleza del genoma u organismo vivo (*e.g.* la oveja), los otros organismos vivos (ancestro o progenitor: *e.g.* mamífero ungulado, muflón europeo), el ambiente (colina, cobertizo), la selección natural (*i.e.* conserva y acumula estructuras que beneficien o permitan mejorar rumen y pezuñas, pormenoriza cuernos), la contingencia y el azar (*e.g.* ovejas asilvestradas).

En la teoría de la (bio)artificialidad, *después* de la idea de organismo, por dar un último ejemplo, se piensa especialmente en la causa formal y eficiente de (bio)artefactos (*e.g.* dispositivos híbridos, transgénicos, clones), de virus, bacterias y de simbioses. Esto es, la cosa viva intervenida puede manipularse (*téchne*) a partir de mecanismos pensados como causas finales y eficientes pero la cosa viva está pensada como algo capaz de una actividad presuntamente propia (*bíos*) como causa formal y eficiente, una actividad persistente y resistente respecto a la intervención. La cosa viva se observa con la máquina: el microscopio, los rayos UV... se observan organismos, simbioses, poblaciones, órganos, tejidos, células y genes. La causa de la cosa viva es interna a ella pero está influenciada por causas externas.

Después de la idea de organismo, en la teoría de la (bio)artificialidad, lo vivo intervenido se justifica por dos fuerzas múltiples o dos corrientes causales, una que incluye determinaciones internas como la potencia propia (*e.g.* totipotencia o capacidad de embriogénesis de la célula germinal, actividad nuclear de material genético y comunicación con citoplasma de la célula somática; división celular, expresión fenotípica, impronta genética, admisión de arreglo múltiple en cromatina, generación de proteínas del organismo) persistente y resistente a la intervención externa, así como otra corriente causal que incluye determinaciones externas como el pensamiento (*e.g.* la oveja como taxonomía, animal sanguíneo vivíparo cuadrúpedo o

*animalia chordata mammalia artiodactyla bovidae caprinae ovis ovis orientalis ovis orientalis aries*; la oveja como artefacto epistémico; el paradigma gencéntrico *versus* la propuesta epigenética) y los fines humanos (*e.g. pharming*). No se descarta aquí ni lo otro vivo, ni el genoma, ni el ambiente, antes bien, se cuestiona el mecanismo puro y se pregunta por la naturaleza: ¿cuáles son sus alcances y limitaciones?

En conclusión, hay cuando menos cuatro maneras de dar cuenta de lo vivo en Occidente: la teoría hilemórfica, la teoría finalista, la teoría evolutiva y la teoría (bio)artificial. De aquí se desprenden diez principios de organización de lo vivo—(al), (pm), (pf), (fi), (sc), (ge), (sn), (am), (*bíos*), (*téchne*)—y cuatro modos de explicar lo vivo: (i) la explicación teleológica que se vale de la causa final-formal-eficiente y de la causa eficiente-material, (ii) la explicación teleomecánica que se vale de la causa final y de la causa eficiente, (iii) la explicación mecánica que se vale de la causa eficiente y (iv) la explicación trascendental o no mecánica pura que se vale de la causa formal y de la causa eficiente. Las maneras de dar cuenta de la vida de lo vivo y de sus estructuras desde un marco causal no son, ninguna de ellas, exhaustivas ni atienden sin reservas todos los problemas que en la explicación de lo vivo se han generado de Aristóteles hasta nuestros días. La organización, comprensión y explicación de lo vivo atiende, antes bien, el espíritu de una época, su visión del mundo y una experiencia concreta de lo viviente en cada caso.

¿Es posible hablar de avances en el entendimiento de lo vivo sin hablar de un progreso tajante o de una progresión en las explicaciones de lo vivo? Si así fuera, al día de hoy, ¿en qué se ha avanzado en la comprensión o explicación de lo vivo y en qué no? ¿qué hay de nuevo? Y ¿qué sigue? Parece que se ha ganado terreno en la descripción de aquello que se busca explicar y nuevos modos de explicar que atienden nuevas preguntas. Hay nuevas máquinas que permiten ver y hacer cosas nuevas, como dar seguimiento individual a una molécula, es posible secuenciar el genoma de un ser vivo, marcar sus proteínas, identificar sus factores de transcripción, manipular la expresión de su material genético vía ambiente; lo que se ha ganado son nuevos niveles de observación de lo causado: lo vivo. La explicación mecánica es radicalmente novedosa y subversiva en lo que toca a lo vivo, si bien implica limitaciones que poco pueden menospreciarse, si bien implica problemas insoslayables y si bien no hay contundencia todavía al momento de explicar lo viviente *original* ni *reciente* (iapp). Se ha ganado, quizá también, algún grado de conciencia histórica sobre el proyecto del saber y del pensar lo vivo.

Por otro lado, quedan pendientes algunos tópicos y problemas medulares. Por ejemplo, no tenemos todavía una imagen clara y secuencial del desarrollo embrionario, que registre en video y desde diferentes niveles de observación este fenómeno de lo viviente, lo que tenemos son ilustraciones, dibujos, fotografías y pedacitos de esa secuencia y de muy variados niveles de observación cuya vinculación no es clara, la imaginación tiene que llenar más huecos de los que serían quizá deseables. Tampoco son claros los orígenes que sirven como trasfondo arcaico a ese desarrollo embrionario de lo vivo: la secuencia que desemboca en el primer replicador, por ejemplo. Y estos vacíos repercuten en problemas medulares como dar cuenta de la



*direccionalidad* (¿accidental?) de lo vivo hacia lo funcional—¿cómo se conservan y acumulan las estructuras que permiten llevar a cabo una presunta función, antes bien, una actividad precisa? ¿cómo y por qué es que en el desarrollo de la cosa viva ésta tiende a un resultado predeterminado?—o dar cuenta del *origen* de lo vivo: ¿cómo y por qué se adquiere la capacidad de generación, mantenimiento, regulación, preservación; replicación, reproducción, memoria, crecimiento, desarrollo y regeneración? ¿En el comienzo de lo vivo está lo viviente o lo inerte? Hay largo camino por recorrer. No parece que el pensamiento de lo vivo en Occidente esté agotado y habrá que estar atentas a las nuevas peripecias.

¿Qué sigue? Continuar la historia y la crítica de la ciencia. Fortalecer la ciencia y saber sus límites. Seguir investigando. Hacer más filosofía y preparar nuevos principios de organización de lo vivo en la intersección de la ciencia, la filosofía y la técnica. Porque allí donde no alcanza a llegar la ciencia llega a tientas la filosofía a la luz de la razón, a la luz de la tecnología—con la luminiscencia de la luciérnaga, del calamar simbiote, de las ovejas fluorescentes y de la coneja transgénica pero también del microscopio que vierte rayos UV sobre material genético marcado—, porque en cada momento de crisis la ciencia regresa a las preguntas filosóficas para decidir su andar. Porque la ciencia como cualquier otro discurso requiere de una crítica que le acompañe a cada momento, a cada paso. Y en el caminar habrá que percatarnos de cambios en la visión del mundo y en el espíritu de la época que habitamos, percatarnos de nuevas experiencias de lo viviente y hacer la experiencia. Eso sigue.

Muy especialmente habría que atender el problema filosófico del mundo (bio)tecnológico—la materia viva es constantemente afectada—y el problema filosófico general de la brecha o relación entre lo vivo y lo inerte. Aristóteles pensaba ya en “la continuidad entre materia no viviente y materia viviente, y entre los animales y el hombre”<sup>48</sup> pero ¿cómo se piensa eso hoy? Porque para aquél, diríase tradicionalmente que, la entidad o naturaleza (*ousía*) de cada cosa no se transforma así como los elementos transmutan unos en otros. Valdría la pena entonces no perder de vista y estar atentas a los esfuerzos por pensar con la filosofía aristotélica<sup>49</sup> pero desde nuestros tiempos y espacios, nuestras ideas, nuestras máquinas, nuestra época.

---

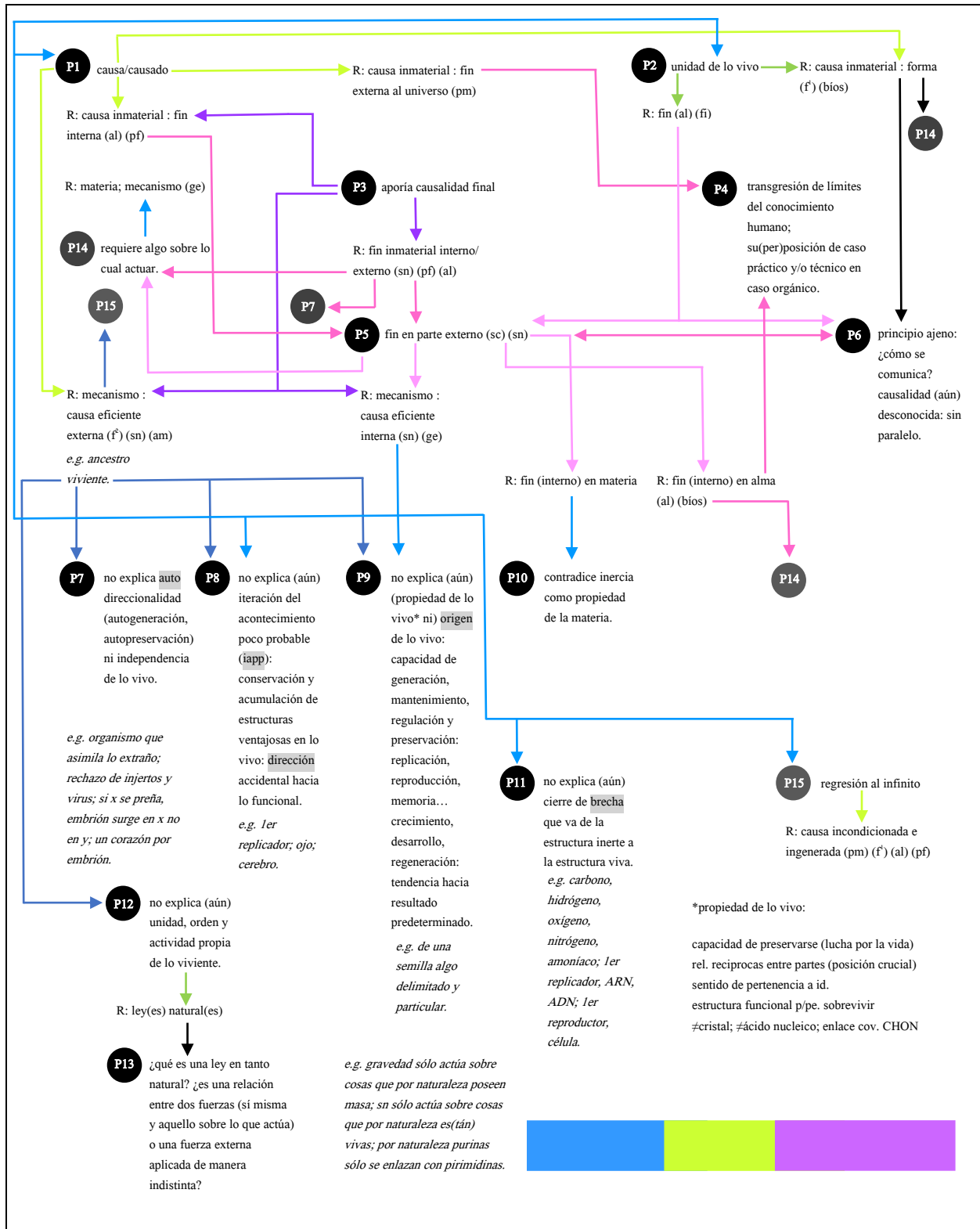
<sup>48</sup> La cita proviene de la introducción a *Partes de los animales* de Elvira Jiménez Sánchez-Escariche (2000), aquí se lee también: “*Continuidad de la naturaleza*. Una de las más potentes intuiciones aristotélicas expuesta magistralmente en *Investigación sobre los animales* VIII, 1, que será posteriormente la base del sistema de Linneo. En 681a12-15 Aristóteles dice: «La naturaleza pasa sin interrupción de los seres inanimados a los animados a través de seres vivos que no son animales» y en 686b29-35 describe las variaciones morfológicas y funcionales que marcan el paso gradual del hombre a los animales hasta llegar a las plantas. Se ha querido ver en este principio también una intuición de los procesos evolutivos y transformacionistas, pero esto es impensable en el cuadro teórico de la concepción aristotélica de la naturaleza que se basa en la *ousía*” (p.40).

<sup>49</sup> Está la escuela de David Mowbray Balme y los trabajos recientes de María Antonia González Valerio. La escuela de Balme pertenece a la tradición anglosajona de Francis Macdonald Cornford, Arthur Leslie Peck y Julius Stenzel, los autores que pertenecen a esta escuela (Gotthelf 1985b; Mouracade, 2008; Lennox y Bolton, 2010) reconocen la importancia de los tratados biológicos como *Partes de los animales*, *Sobre la generación de los animales* e *Historia de los animales* en orden de arrojar luz sobre la *Metafísica* y otros tratados filosóficos de Aristóteles, esto es, la escuela de Balme asume la importancia de los tratados biológicos en el pensamiento aristotélico y la posibilidad de que éstos arrojen luz sobre algunos acertijos y concepciones aristotélicas como la de entidad (*ousía*, *ousias*) y la de esencia (*tò tí ên eínai*). Los trabajos de esta escuela defienden, por ejemplo, que ni la necesidad material ni el determinismo mecánico (moderno) fueron rechazados por Aristóteles y que su teleología natural responde, antes bien, a la irreductibilidad de la forma del animal a los constituyentes materiales del mismo (Balme en Gotthelf, 1985a);

---

que Aristóteles está preparado para incluir algunas partes de los animales en la *ousía* de los animales que las poseen (Gotthelf, 1985b); que la naturaleza de un ser vivo es un complejo de su naturaleza material y su naturaleza formal, allí donde la materia resiste y es irreductible a la forma (Henry, 2008; Katayama, 2008); que el hilemorfismo aristotélico completa las carencias de los materialismos no-reduccionistas y que hay relaciones posibles entre la forma y la teleología aristotélica, el ADN y otros conceptos de la biología contemporánea (Mouracade, 2008). Los trabajos de González Valerio se insertan en la tradición latina de Teresa Oñate y Pierre Aubenque, defienden una lectura alternativa de la *Metafísica* que presta atención al rasgo temporal de la esencia (*tò ti ên eînai*), a los accidentes por sí (*symbebekos kat' autô*) y al poder de agenciamiento de la materia en el límite de lo sensible y lo suprasensible (2016; 2017).

Esquema 1: problemas en la explicación de lo vivo



Esquema 2: marcos conceptuales para pensar lo vivo

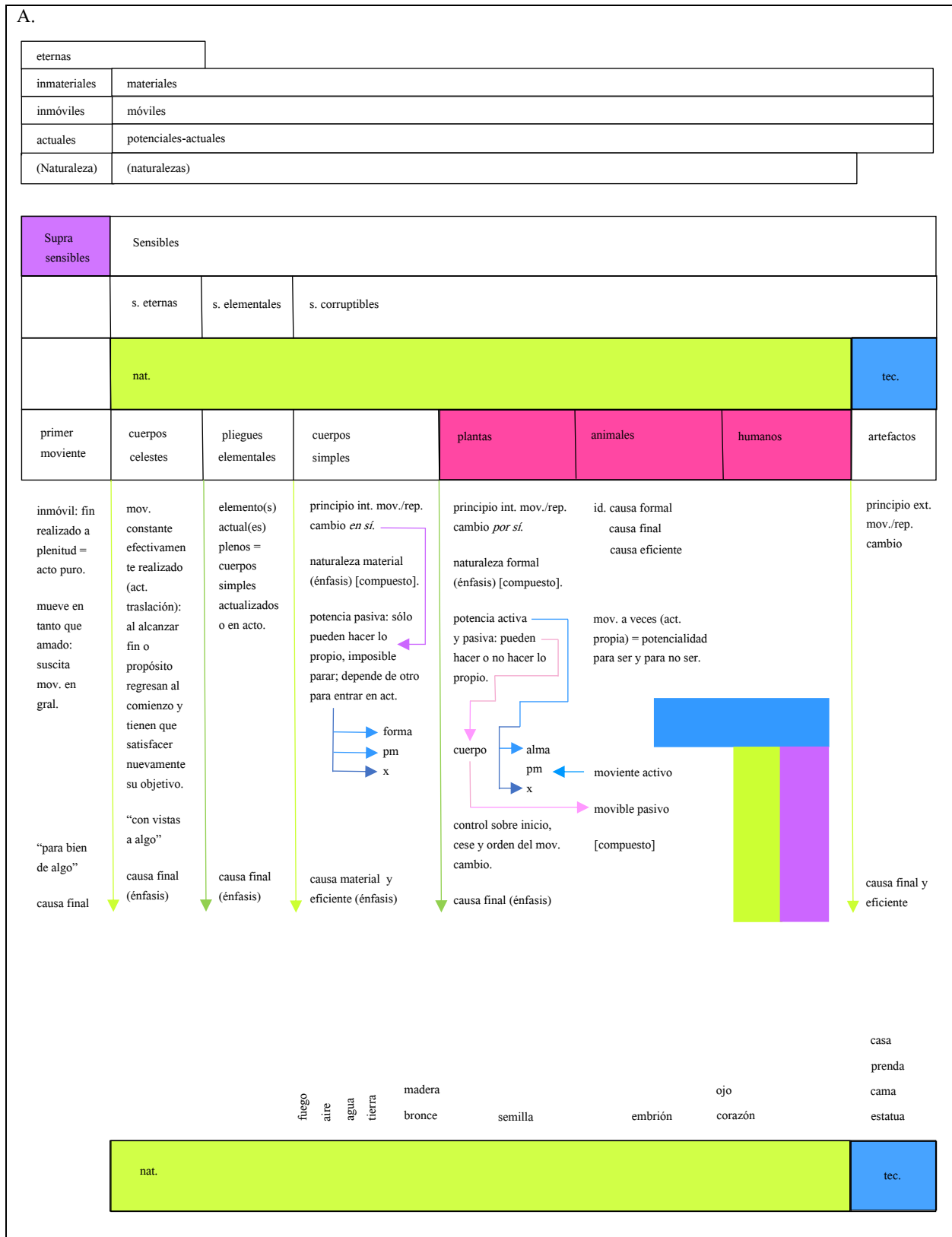
Autores	Distinciones				
A.	<p><b>vida:</b> permanencia (persistencia, duración, reposo), cambio y movimiento (actividad) efectivamente realizados.</p>	<p><b>vivo:</b> lo que <i>en sí</i> y <i>por sí</i> puede (doble potencia pasiva activa: cuerpo y alma) persistir y moverse por mor de lo que (con)tiene dentro de sí.</p> <p><b>viviente:</b> lo que <i>en sí</i> y <i>por sí</i> persiste y se mueve efectivamente por mor de lo que (con)tiene dentro de sí.</p> <p>Tipos de <b>causalidad:</b> material, <u>formal</u>, eficiente y <u>final</u>.</p>	<p>principio vital (<b>alma</b>): aquello determinado que determina el movimiento de lo viviente al fundar el límite de la(s) capacidad(es) definitoria(s) que va(n) a caracterizar el movimiento del individuo vivo; fuente que permite la unidad y realización más propia de la cosa viva: ordena su devenir y dirige su movimiento, esto es, determina la estructura o configuración, el orden y la organización que la materia adopta procesualmente para que la cosa viva logre su movimiento característico.</p> <p>Se encuentra dentro de lo vivo, es ingenerada e inmaterial.</p>	<p>principio c. (<b>primer moviente</b>): aquello que permite el movimiento en general del universo, así como la actualización de las formas, y que suscita la tendencia de las cosas, cada una según su propia naturaleza, hacia su propio bien o perfección. Se encuentra afuera de la cosa viva en cuestión y afuera del universo, es ingenerado e inmaterial.</p>	<p><b>medios:</b> lo necesario para lograr la actividad característica de lo vivo: estructura material.</p>

K.	<p><b>vida:</b> capacidad de autodeterminación.</p>	<p><b>vivo orgánico:</b> lo capaz de autodeterminarse por un poder básico (poder formativo no intencional).</p> <p><b>vivo humano:</b> lo capaz de autodeterminarse por un poder básico (entendimiento y voluntad intencionales).</p> <p>Tipos de <b>causalidad:</b> <u>eficiente</u> y <u>final</u>.</p>	<p>principio vital (<b>poder formativo</b>): aquello que genera orden y cuyo efecto es un fin que unifica; fuente de orden y de forma, extiende su capacidad de organización y de orden en la materia o en los materiales.</p> <p>Da cuenta de la unidad, orden y actividad presuntamente propia de la cosa viva a la par que el sujeto cognoscente y sus estructuras <i>a priori</i>, tales que convergen en un fin que unifica a la cosa viva.</p> <p>Se encuentra presuntamente dentro de lo vivo, es incondicionado e inmaterial y trascendental.</p>	<p>principio c. (<b>sujeto cognoscente</b>): aquello que permite al humano extraer y formular orden y unidad en la naturaleza por medio de múltiples facultades: la sensibilidad que parte de la experiencia, el entendimiento que parte de lo <i>a priori</i> y se dirige a la experiencia, además del juicio que construye un fin desde lo <i>a priori</i> y hacia lo empírico.</p> <p>Esta superestructura se encuentra afuera de la cosa viva a conocer, es supra sensorial: no es medible ni cuantificable.</p>	<p><b>estructuras a priori:</b> lo que permite formular orden y unidad en la naturaleza; representaciones del sujeto cognoscente (superestructura) ejecutadas por las facultades de aquel: sensibilidad, entendimiento, juicio, razón; la estructura que especialmente permite al humano unificar lo diverso y conocer lo vivo orgánico como algo ordenado es la finalidad (/espacio, tiempo, categorías, síntesis, imperativo).</p>
----	---	---	---	--	--

EV.	<p><b>vida:</b> función, propósito, fin o actividad que persiste.</p>	<p><b>vivo:</b> ente orgánico y sus partes o estructura que funciona, cuya forma es resultado de fuerzas adicionales a las moleculares. ¿gen, material genético, genoma, simbiote, célula, tejido, órgano, organismo, especie, población? Tipos de <b>causalidad:</b> <u>eficiente</u> y/o final.</p>	<p>principio (<b>genoma</b>): microestructura que constituye al organismo vivo; lo que permite la transmisión de la herencia de una entidad viva a otra, la transformación de sus micro y macro estructuras y el desarrollo de las mismas: (con)tiene todo el material genético de una creatura viva, # de cromosomas y sets (complementarios) de genes especie-específicos. Se encuentra dentro de la cosa viva, está condicionado y es material. principio (<b>sn</b>): aquello que conserva y acumula estructuras funcionales útiles, ventajosas o beneficiosas en lo vivo, con vistas a, o que</p>	<p>principio c. (<b>herencia</b>): lo que permite la transmisión de la forma, de los rasgos o caracteres de una entidad viva a otra, la transformación de sus micro y macro estructuras y el desarrollo de las mismas. (<b>p. variaciones</b>): lo que permite la transformación de estructuras y actividades en lo vivo: mutación y recombinación de genes, simbiogénesis, epigénesis. (<b>ambiente</b>): aquello a lo que se adapta lo vivo y desde lo cual se juzga el carácter beneficioso, neutro o perjudicial de la</p>	<p>(micro/macro) <b>estructuras:</b> lo que constituye al organismo vivo o que lo vivo constituye: gen, material genético (A- T/U, G- C...), complejo genético (ADN, ARN, proteínas): histonas, nucleosomas, cromatina, cromátida, cromosoma, genoma...; simbiote; célula: organelos, membrana nuclear, membrana celular citoplasma, mitocondria...; tejido, órgano, organismo, especie, población.</p>
-----	---	---	--	--	---

			<p>accidentalmente permiten, sobrevivir.</p> <p>Se encuentra dentro o fuera de la cosa viva pero dentro del universo y puede también ser material o inmaterial.</p>	<p>estructura y función de lo vivo.</p> <p><b>(nat./límite):</b> aquello sobre lo que actúa la sn y/o en lo que ocurren las mutaciones, variaciones, transformaciones.</p> <p><b>(contingencia):</b> lo imprevisible que no siempre ocurre de la misma manera.</p>	
BA.	<p><b>vida:</b> movimiento (auto)determinado; función o actividad persistente y resistente respecto a la intervención.</p>	<p><b>vivo:</b> lo capaz de una actividad o función presuntamente característica intervenida.</p> <p><b>viviente:</b> lo capaz ejecutando efectivamente su actividad o presunta potencia propia intervenida.</p> <p>Tipos de <b>causalidad:</b> <u>formal</u>, eficiente y final.</p>	<p>principio vital (<b>bíos</b>): lo que hace brotar la vida de lo vivo</p> <p>(multiplicidad unitaria): naturaleza o presunta potencialidad propia.</p> <p>Se encuentra dentro de la cosa viva.</p>	<p>principio c.</p> <p><b>(téchne):</b> lo que interviene lo vivo: fines humanos prácticos, técnicos y político-económicos, el ejercicio técnico de lo otro vivo.</p> <p>Se encuentra fuera de lo vivo.</p>	<p><b>circunstancias:</b> lo que circunscribe, interviene e interactúa con lo vivo: época, lugar, pensamiento, ambiente, cultura, contexto.</p>

Esquema 3: delimitaciones de la categoría de lo vivo

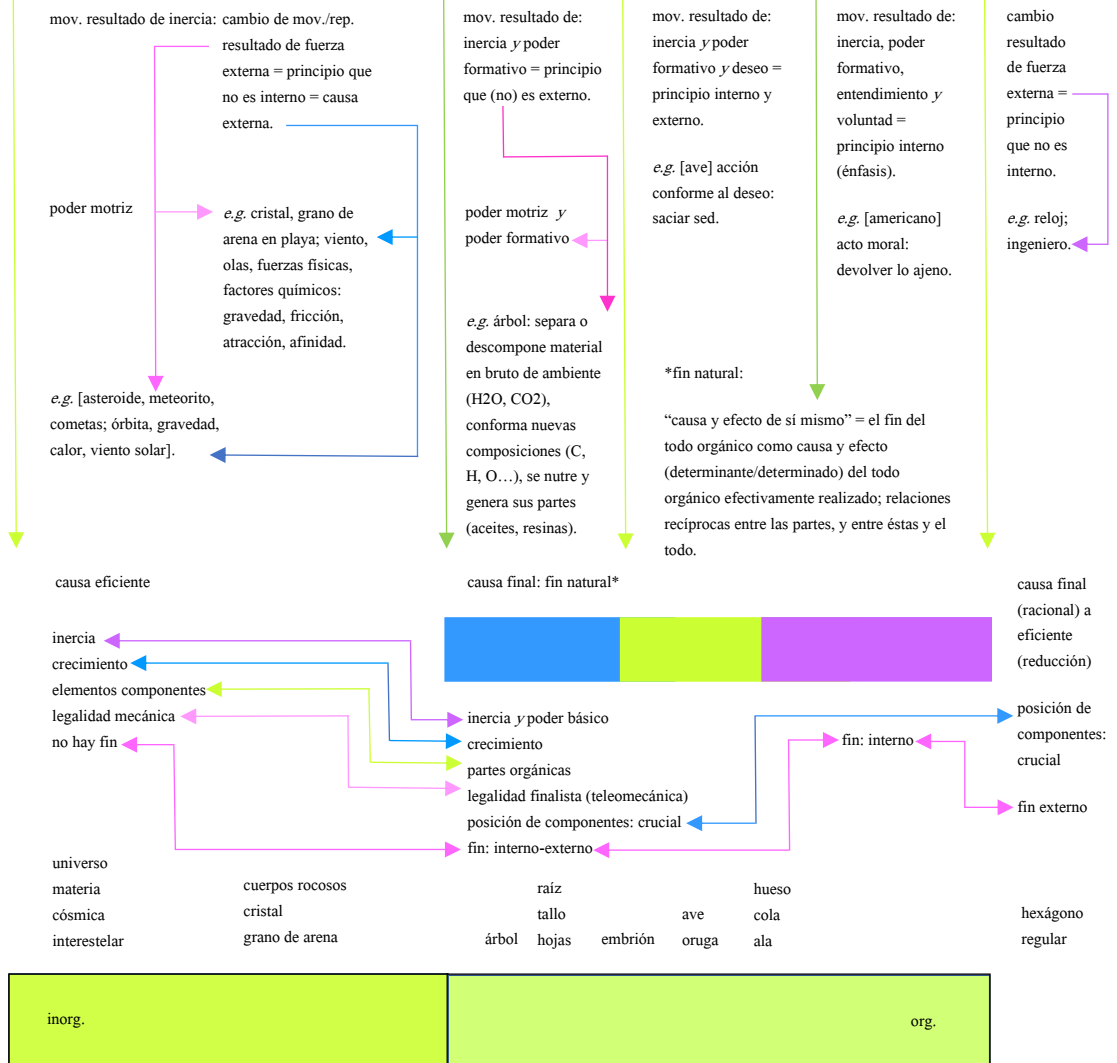




K.

inmateriales			
supra sens.			
dadas		dadas	
		(in) voluntarias	voluntarias
		(no) intencionales	int.

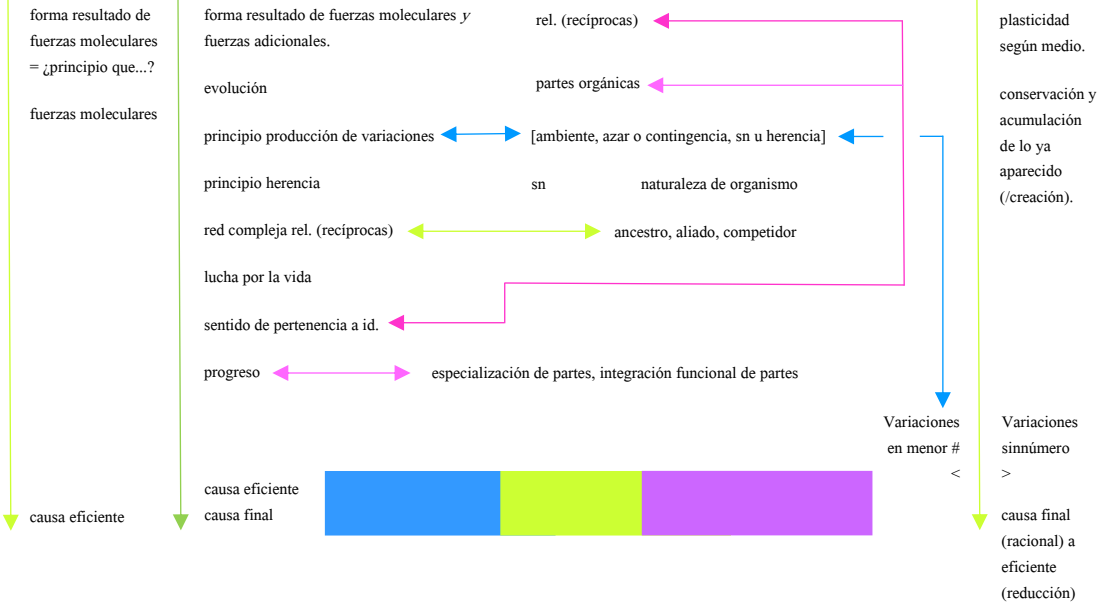
supra nat.	nat.					tec.
	inorg.		org.			
dom. supra sensible	cuerpos celestes	cristales	plantas	animales	humanos	artefactos



EV.

	dadas	
	leyes naturales	sel.hum.
	no intervención humana	interv.hum.

	nat.						tec.
	inorg.	org.					
		célula simbiote	parásito	plantas	animales no-humanos	animales humanos	domesticadas



\*unidad vital fundamental:  
 ¿ARN, ADN, gen, genoma, célula, tejido, órgano, organismo, población, especie?

- |         |                     |           |        |         |         |            |
|---------|---------------------|-----------|--------|---------|---------|------------|
|         |                     |           |        |         | animal  | cola       |
|         |                     |           |        |         | topo    | ojo        |
|         |                     |           |        | huevo   | ardilla | solapa     |
|         | estructura sencilla | muérdago  | planta | semilla | embrión | murciélago |
|         |                     | crustáceo | árbol  | flor    | larva   | pájaro     |
|         |                     |           |        | polen   | juvenil | insecto    |
| cristal |                     |           |        |         |         | perro      |
|         |                     |           |        |         |         | paloma     |
|         |                     |           |        |         |         | flor or.   |
|         |                     |           |        |         |         | pata       |

nat.						tec.
------	--	--	--	--	--	------

BA.

intervenidas	
no intervención humana	intervención humana (desde el entendimiento)

nat.					tec.			
------	--	--	--	--	------	--	--	--

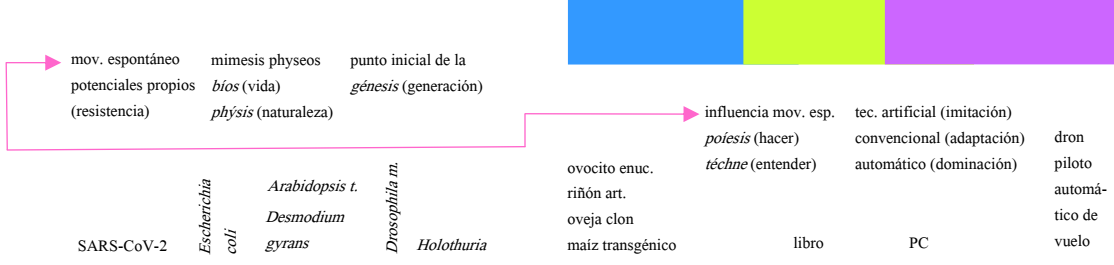
virus	bacterias	plantas	animales	humanos				
-------	-----------	---------	----------	---------	--	--	--	--

plantas	animales	OGMs y órganos artificiales	medios trad.	computador
---------	----------	-----------------------------	--------------	------------

		OGMs y órganos artificiales	medios trad.	computador	máquinas (auto)dir. e IA
--	--	-----------------------------	--------------	------------	--------------------------

virus	bacterias	plantas	animales	OGMs y órganos artificiales	medios trad.	computador	máquinas (auto)dir. e IA
-------	-----------	---------	----------	-----------------------------	--------------	------------	--------------------------

	principio int. mov./rep. cambio	principio int. mov./rep. cambio	principio int. mov./rep. cambio	principio int. mov./rep. cambio	principio ext. mov./rep. cambio	principio ext. cambio	principio ext. cambio	principio ext. mov./rep. cambio
	causa material causa formal causa final causa eficiente	causa material causa formal causa final causa eficiente	causa material causa formal causa final causa eficiente	causa material causa formal causa final causa eficiente	causa material causa formal causa final causa eficiente	causa final a eficiente (reducción)	causa final a eficiente (reducción)	causa final a eficiente (reducción)



nat.					tec.			
------	--	--	--	--	------	--	--	--

## Clonación: detalles técnicos y prácticos

La clonación es una forma de reproducción asexual y el clon es un individuo genéticamente idéntico a otro generado por reproducción asexual (Wilmot *et.al.*, 2000; Wilmot y Highfield, 2006; Cibelli *et.al.*, 2014). La palabra clon proviene del griego “ramita” y casos típicos de clones son los manzanos o los naranjos producidos por esquejes. También los esquejes de las plantas son considerados clones y tanto el esqueje o el manzano en individual como los manzanos en colectivo constituyen un clon. Es decir, se habla de clones individuales o de clones como colectivo tanto como se habla de clones en diferentes etapas del desarrollo (*e.g.* una célula clon, un embrión clon, un clon juvenil, un clon adulto); mas, los criterios necesarios y suficientes para que una entidad sea clasificada como clon son (1) que el medio de generación sea la reproducción asexual y (2) que el material genético sea idéntico a otro.

Entre las ventajas evolutivas de la clonalidad se consideran la rápida dispersión, la economía y eficiencia reproductivas, así como el mantenimiento de genotipos “exitosos”. Se ha argumentado que la singularidad y homogeneidad genéticas son un estado resultante de la supresión de la variación intra-organismo, producto de la evolución y ulteriormente estructura ventajosa para actividades vitales como la respuesta inmune (Pepper y Herron, 2008). En plantas, estudios sobre la clonalidad sugieren que aquella ha evolucionado más de una vez de manera independiente (Mandujano Sánchez, 2007), las ventajas que se le atribuyen son la dispersión rápida en el tiempo y el espacio, la economía y la eficacia—la clonalidad es poco costosa porque no requiere de los accesorios necesarios para la reproducción sexual, por ejemplo, flores, néctar, aroma, polen... y es eficiente porque, como en el caso de los animales, se requiere una célula y no dos para producir uno o múltiples embriones (Wilmot *et.al.*, 2000). También se considera como ventaja evolutiva de la clonalidad el mantenimiento de genotipos exitosos en ambientes presentes. Es decir, si lo que hace la reproducción sexual es proveer un medio para la transformación del material genético, al tiempo que acelera la transformación del organismo, aumentando así las probabilidades de una mejora evolutiva (probabilidades de sobrevivencia), lo que hace la reproducción asexual es obstaculizar o impedir, hasta cierto punto, dicha transformación de una generación a otra—no hay mezcla o recombinación de genes. La reproducción asexual como un obstáculo en las transformaciones genotípicas y fenotípicas decrece en un sentido las probabilidades de mejora (disminución de las probabilidades de una mutación dañina y posibilidad de una mutación beneficiosa) pero resulta ventajoso cuando la configuración de la entidad biológica ya se encuentra bien adaptada a su ambiente (Wilmot *et.al.*, 2000; Mandujano Sánchez, 2007).

Por otro lado, se considera como desventaja de la clonalidad, en plantas, la dispersión reducida en comparación con la dispersión de la semilla; y, en plantas y animales, se considera como desventaja evolutiva de la clonalidad la depresión endogámica—si eventualmente dos clones se cruzan. La dispersión reducida se neutraliza en medios móviles como los

acuáticos y la mayor probabilidad de expresar alelos recesivos (genes perjudiciales) se sortea evitando la eventual reproducción sexual entre clones.

Ahora bien, en el contexto técnico podemos hablar no de ventajas y desventajas sino de aplicaciones y peligros. Las aplicaciones de la clonación en el contexto técnico son: 1) la producción de células troncales (*ES cells*) para terapia celular, 2) la producción de proteínas terapéuticas (*e.g.* factor VIII, factor IX, AAT), 3) la realización de pruebas antidopaje (*drug screening*), 4) la reproducción de animales valiosos para la investigación y para la agricultura (*elite livestock*), 5) la conservación de especies. Una de las aplicaciones recientemente ideadas es la “prevención” de enfermedades hereditarias, esto es, una vez diagnosticada (PGD) la presencia de una enfermedad hereditaria en un embrión—IVF—se extraen células de la ICM—*ES cells*—de ese embrión y se ponen en cultivo. En cultivo se “corrige” el “daño” o “defecto” genético y una vez corroborada la modificación, vía diagnóstico genético (PGD), se aplica entonces la técnica de transferencia nuclear (NT) empleando la célula de la ICM (*ES cells*) genéticamente modificada como carioplasta y un ovocito “enucleado” como citoplasta para “reprogramar” la célula de la ICM y desarrollar nuevamente un embrión “sano” (Wilmut y Highfield, 2006).

Además de las aplicaciones prácticas en el contexto técnico, la clonación ayuda en el entendimiento de enfermedades como el cáncer. Por ejemplo, el mecanismo implicado en el síndrome del feto grande (*large offspring syndrome*), un síndrome vinculado con el gen materno IGF2R (inhibidor de crecimiento) cuya expresión se ve afectada por la técnica de transferencia nuclear (NT) empleada en clonación, es el mismo mecanismo implicado en el crecimiento de algunos tumores (Young *et.al.* y Sakatani *et.al.* en Wilmut y Highfield, 2006).

En general, el estudio de clones permite un mejor entendimiento de la influencia y los factores epigenéticos, en ese sentido permite evaluar el desempeño del mismo genotipo en distintos escenarios. La constante es el código genético y las variables son ambientales, pueden corresponder incluso al tamaño, edad o estado de desarrollo de una entidad biológica. Los clones resultan oportunos para estimar en qué medida el genoma define la cosa viva a la que pertenece, permite contrastar, por ejemplo, la parte material constitutiva de un organismo y su historia de vida. La constante es el material genético y las variables son la expresión genética, el metabolismo, la reproducción, la respuesta inmune, la interacción e integración funcional, la apariencia, la conducta, el ambiente, el contexto, la cultura, la historia.

Pero clonar animales no es una empresa barata. Mas allá (más acá) de los costosos instrumentos tecnológicos están los costes del material biológico empleado. La economía y eficiencia de la clonación “natural” se invierte por completo en la clonación “artificial” por NT. Reconstruir un embrión requiere de dos células y no sólo de una: una célula, por ejemplo germinal, que haga las veces de citoplasta (receptora del material genético), y otra célula, por ejemplo fetal, que haga las veces de carioplasta (donante de material genético). Aquí, por ejemplo, van dos organismos diferentes implicados y afectados. Ese sería el caso

ideal. La complicación y dificultad técnica en la fabricación de embriones (re)construidos es bien conocida en el ámbito. El dato duro es que el porcentaje de éxito en la hazaña de la clonación por cultivo y NT ronda el 1% (Wilmut *et.al.*, 2000). Por dar algunos ejemplos muy ilustrativos: de 172 embriones reconstruidos se ha logrado el nacimiento de 3 clones pero sólo la sobrevivencia de 2 (Taffy y Tweed), de 244 embriones reconstruidos se han logrado 2 clones vivos (Megan y Morag), de 277 embriones reconstruidos se ha logrado 1 clon (Dolly), de 385 embriones reconstruidos se han logrado 4 clones (Cedric, Cyril, Cecil y Tuppence), de 507 embriones reconstruidos se han logrado 7 clones (Polly y sus seis hermanas). Ese sería el tipo de caso que representa la media estadística. A veces el coste no reditúa: ha ocurrido que de 395 embriones reconstruidos no se logra desarrollar ningún clon vivo. Por último, hay que sumar el o los organismo(s) gestante(s) que incuba(n) al embrión clon. En cada experimento del Instituto Roslin, por ejemplo, se emplearon más de diez ovejas como organismos gestantes sin contar a los “recipientes temporales”, a veces el triple (Wilmut *et.al.*, 1997; 2000).

Los peligros de la clonación son también impresionantes y quitan el sueño. Los riesgos asociados a la clonación animal son los embarazos frustrados, la descendencia de gran tamaño, problemas de desarrollo, problemas respiratorios y problemas inmunológicos en los embriones clones desarrollados. Fallos en el desarrollo del sistema inmune y el desarrollo anormal de órganos como el riñón, el hígado y el cerebro son complicaciones inusuales, en cambio, el exceso en peso y en las dimensiones del feto y de la placenta, así como la incapacidad del neonato para respirar, representan fracasos habituales en la empresa de la clonación (Wilmut y Highfield, 2006; Cibelli *et.al.*, 2014).

Multitudados son los casos de clones jadeantes, faltos de aliento. Esto se debe al gran tamaño de sus vasos sanguíneos, por los que resulta casi imposible empujar sangre oxigenada, y/o a un engrosamiento que rodea a los vasos sanguíneos muy cerca de los conductos de aire bronquiolos, de por sí estrechos, en los pulmones. Y esta condición conocida como síndrome del feto grande (*large offspring syndrome*) no afecta solamente al clon desarrollado sino que causa mucho sufrimiento a la entidad gestante cuyo aparato reproductivo presenta una estructura compatible con entidades gestadas más pequeñas, lo que resulta en partos más dolorosos, demorados y muchas veces frustrados.

Ya que hemos visto la definición de la clonación y del clon, las (des)ventajas evolutivas de la clonalidad, sus costes, sus aplicaciones tecnológicas y peligros, conviene hablar ahora de los métodos y minucias técnicas. Empecemos por el comienzo habitual, son seis los parámetros que hay que tomar en cuenta para clonar animales por cultivo de células y transferencia nuclear—transferencia de material genético nuclear de una célula, llamada carioplasta, a otra, llamada citoplasta, desprovista de su propio material genético (Wilmut *et.al.*, 2000).

Dichos parámetros son: 1) estado de maduración de la creatura donante de las células que proveerán el material genético al embrión reconstruido al momento de inicio del cultivo, es decir, si las células provienen de un embrión temprano o avanzado

(antes o después de la activación génica completa), de un feto, de un juvenil o de un adulto; 2) naturaleza o tipo de célula donante, es decir, si la célula que proveerá el material genético al embrión reconstruido proviene de un músculo o nervio, de un fibroblasto, una glándula mamaria u otro tipo; 3) grado de diferenciación de las células que proveerán el material genético al embrión reconstruido, es decir, si las células son altamente especializadas (*e.g.* células somáticas) o no y si son, por ejemplo, pluripotentes (*e.g.* células troncales o células ICM, células epiblasto) o multipotentes (*e.g.* células de capas embrionarias germinales) cuando el cultivo de las mismas comienza; 4) el número de pasajes en el cultivo de dichas células (donantes del material genético), es decir, cuántas veces estas células se han dividido y replantado en nuevos contenedores de cultivo; 5) el estado del material genético de la célula donante en locución de cromosomas, es decir, si es diploide o no y en qué fase del ciclo celular (*e.g.* G1, G0, S, G2) se encuentra dicho material; 6) el momento de activación del ovocito receptor, es decir, concentración del factor MPF y momento en el que se modifica tal concentración (antes, durante o después de la fusión celular o transferencia nuclear).

En orden de clonar y de transferir genes foráneos característicos de una especie a un ejemplar de otra es fundamental partir del embrión unicelular, así se evita, por ejemplo, producir mosaicos y así se incrementa la eficiencia en la producción de transgénicos. No obstante, el embrión del que emergen clones y transgénicos como Megan y Morag, Cedric, Cyril, Cecil y Tuppence, Taffy y Tweed, Dolly y Polly, no es un ovocito fertilizado, es decir, un cigoto—*stricto sensu*—sino un “embrión reconstruido”.

Para producir técnicamente un embrión reconstruido se siguen tres pasos *grosso modo*: i) separación de una célula de interés del organismo o embrión al que pertenece y, después, separación de la célula de un cultivo, en orden de obtener una carioplasta (donante del material genético); ii) enucleación de una célula germinal como el ovocito para obtener una citoplasta (recipiente del futuro material genético transferido); iii) transferencia nuclear a través de contacto y fusión celular por virus o *electroshock*: se fusionan carioplasta y citoplasta para dar lugar a un embrión unicelular del que emerja entonces un clon y/o un transgénico. De ahí que sea importante tomar en cuenta los seis parámetros recién referidos.

Ian Wilmut *et.al.* (2000) subraya la importancia de los parámetros 5 y 6, a saber, la fase del ciclo celular en la que se encuentra el material genético de la célula donante (diploide, tetraploide; aneuploide) y el momento de la activación del ovocito receptor junto con su concentración de MPF (*Maturation Promoting Factor*):

Until we made Megan and Morag, almost all biologists had thought mainly about the first four factors—all relating to the degree of differentiation of the donor cells. The whole endeavor to produce ES cells from farm livestock was based on the assumption that it was necessary to produce cells in culture that were differentiated only to the slightest degree. Our experiments in the early 1990s indicated the supreme importance of the fifth and sixth parameters, and particularly of the fifth: the birth of Megan and Morag show that this indeed is probably the most important concern (p.205).

Para generar clones y transgénicos en el Instituto Roslin [1990-2000] hay que preparar a las ovejas que van a proveernos de las células donantes (de material genético) que serán cultivadas para obtener carioplastas; a las ovejas que van a proveernos de los ovocitos que posteriormente serán enucleados para obtener citoplastas receptoras; a las ovejas que van a incubar—temporalmente—en sus oviductos a los embriones reconstruidos hasta la etapa embrionaria de blastocisto y a las ovejas que van a incubar—permanentemente—los blastocistos hasta que se desarrollen en fetos viables que se convertirán, si nada lo impide, en corderos nacidos (clones y/o transgénicos).

Hay que preparar, también, las líneas celulares (*e.g.* células de disco embrionario, células fetales de tipo fibroblasto, células de glándulas mamarias) para los cultivos de células de los que habrán de extraerse las carioplastas, y, asimismo, preparar las carioplastas y las citoplastas una vez obtenidas. Veamos, desde el comienzo, los pormenores del método de clonación por cultivo y transferencia nuclear (NT) así como sus minucias técnicas.

**Paso 1.** Inyección y recolección [colinas/establo/sala de operación/laboratorio]: hay que cebar con hormonas (*e.g.* GnRH) a las ovejas que nos proveerán la materia prima de las carioplastas y citoplastas, esto se logra a través de pesarios e inyecciones que inducen la ovulación y la superovulación. A las ovejas que nos proveerán de la materia prima de las carioplastas hay que permitirles aparearse con los carneros en la temporada adecuada—a no ser que en lugar de células embrionarias o fetales requiramos una célula somática en cuyo caso hay que permitir el crecimiento de la oveja—para después cultivar las células de interés (en un medio apropiado con la proporción adecuada de iones de metal, pH, temperatura y factores de crecimiento) y recuperarlas del cultivo con ayuda de enzimas como la tripsina. (Si lo que queremos producir es un transgénico entonces hay que transfectar las células del cultivo con el gen de interés, su constructo, a través de lipofección y un marcador de ADN capaz de indicar su presencia). Y a las ovejas que nos proveerán de la materia prima de las citoplastas, de 28 a 33 horas después de la inyección de hormonas, hay que anestesarlas, rasurar y desinfectar sus vientres y someterlas a un proceso quirúrgico. Durante ésta se inserta una jeringa en el interior de los cuernos uterinos y se echa agua salina a través del oviducto de la oveja para de este modo enjuagar y dejar salir los ovocitos (MII) fuera de la parte superior del oviducto. Los ovocitos son recolectados en un catéter y mantenidos a 37 grados Celsius antes de ser enucleados horas después.

**Paso 2.** Enucleación [laboratorio]: hay que dar un tratamiento con citocalasina B a los ovocitos recolectados como materia prima de las citoplastas para relajar su citoesqueleto, asimismo, hay que tratar a los ovocitos con una tinta fluorescente (capaz de adherirse al ADN y revelar su presencia). Posteriormente se sujeta el ovocito con el extremo de una pipeta, por succión, bajo la mirada del microscopio. Se identifica el cuerpo polar del ovocito (pues este último se encuentra en la metafase meiótica del ciclo celular: MII) y con la ayuda de otra pipeta más pequeña que se empuja a través de la zona pelúcida se extrae, por succión, el cuerpo polar y parte del citoplasma que le subyace cuyo contenido debiera contener el material genético nuclear del ovocito, es decir, los cromosomas. Entonces se cambia el enfoque del microscopio de luz del ovocito MII a la pipeta más



pequeña y se arroja luz ultravioleta sobre la misma: si la pipeta brilla con color fluorescente (a causa del tratamiento previo con tinta fluorescente capaz de adherirse al ADN) quiere decir que el proceso de enucleación ha sido exitoso.

**Paso 3. Reconstrucción [laboratorio]:** para reconstruir un embrión unicelular hay que colocar por un lado nuestra pila de ovocitos enucleados (citoplastas) y por otro lado nuestra pila de células donantes separadas del cultivo (carioplastas). Se sostiene la citoplasta en la punta de una pipeta y se gira hasta revelar la abertura en la zona pelúcida—aquella herida que dejó la pipeta pequeña para extraer el material genético nuclear y el cuerpo polar en el proceso de enucleación. Se inserta la carioplasta a través de la herida en la zona pelúcida de tal manera que esté en contacto con la membrana externa del citoplasma del ovocito enucleado (citoplasta).

**Paso 4. Fusión [laboratorio]:** hay que colocar las dos células (limitadas precariamente por la zona pelúcida) entre un par de electrodos—de tal modo que, en el punto de contacto entre las células, sus membranas se encuentren de modo perpendicular al campo eléctrico que fluye entre los dos cables—y aplicar corriente eléctrica para que la citoplasta y la carioplasta se unan por electrofusión. La unión de nuestro embrión unicelular reconstruido es ahora más estable e íntima.

**Paso 5. Recubrimiento [laboratorio]:** hay que proteger cada embrión reconstruido y fusionado (de 30 a 40) revistiéndolo con agar (0.15x0.5-1.00mm y 0.7x2.0-2.5mm). Incrementamos así las probabilidades de desarrollo y vida, pues el sistema inmune del organismo incubador (oveja gestante) tiende a destruir los embriones cuya zona pelúcida presenta rasgaduras o cortes.

**Paso 6. Implantación I [establo/sala de operación/laboratorio]:** hay que colocar los embriones reconstruidos, fusionados y protegidos con agar, en el interior de solamente uno de los oviductos de la oveja que los incubará temporalmente (recipiente temporal) para su desarrollo *in vivo* y hay que atar el oviducto en cuestión por debajo de los embriones—de 50 a 52 horas después de la previa inyección de hormonas que inducen un estado de pseudo embarazo que capacita a las incubadoras temporales para aceptar a los embriones implantados—con el fin de producir una especie de aposento de incubación. De modo alternativo, pueden implantarse los embriones unicelulares en una placa (recipiente temporal) para su desarrollo *in vitro* hasta la etapa embrionaria de blastocisto.

**Paso 7. Recuperación [establo/sala de operación]:** hay que recuperar de los recipientes temporales todos los embriones que sea posible. Seis días después del proceso de implantación nuestros embriones unicelulares, si nada lo impide, ya se habrán desarrollado en blastocistos o por lo menos en mórulas (embriones pluricelulares).

**Paso 8. Descascarado [establo/sala de operación]:** hay que sacar a los embriones desarrollados (mórulas o blastocistos) de su capullo de agar que emula una zona pelúcida sana—aquel recubrimiento que empleamos para proteger cada embrión

unicelular para potenciar sus probabilidades de desarrollo y vida. Después de todo, se está imitando el proceso natural de desarrollo y embarazo y, a este punto, en condiciones normales, el embrión eclosiona de la zona pelúcida.

**Paso 9.** Revisión I [laboratorio]: hay que examinar los embriones desarrollados liberados de su capullo de agar bajo la mirada del microscopio: ¿hasta qué etapa del desarrollo embrionario ha llegado nuestro embrión? Se separan los blastocistos de todo lo demás.

**Paso 10.** Implantación II [establo/sala de operación]: hay que transferir dos embriones ya desarrollados (blastocistos) al interior de los cuernos uterinos de la oveja que los incubará permanentemente (recipiente permanente) hasta dar a luz. Se coloca un embrión (blastocisto) en cada cuerno uterino y se aguarda cinco meses con la esperanza de que todo salga bien.

**Paso 11.** Monitoreo [establo]: hay que dar seguimiento a las ovejas (recipientes permanentes) con la tecnología de escáner de ultrasonido. Primero hay que someterlas a observación cada dos semanas y después con mayor frecuencia para evaluar el bienestar de los fetos que provienen de los embriones desarrollados. Se supervisa también el nacimiento de los corderos y si es necesario, es decir, de cruzarse el umbral promedio de gestación de la variedad de especie, se induce el parto.

**Paso 12.** Revisión II [laboratorio]: hay que examinar el material genético de los corderos después de su nacimiento para asegurarnos que son efectivamente clones y/o transgénicos. Se emplea la tecnología de *DNA fingerprinting* para analizar y comparar el material genético de las carioplastas empleadas (provenientes de los cultivos de células) así como de las células del cordero presuntamente clon y/o transgénico.

Todo el proceso de producción de clones y transgénicos está adaptado a la temporada de apareamiento usual de las ovejas (invierno) y al tiempo de gestación de éstas (6 días para gestar blastocistos, 5 meses para gestar fetos viables) así como a su capacidad de gestación en términos del número de embriones admisibles (dos embriones por oveja). En suma, *grosso modo*, las técnicas de clonación y transgénesis empleadas en el Instituto Roslin consisten en técnicas de explantación, implantación y trasplante: material genético nuclear, ovocitos MII, células embrionarias, fetales y somáticas explantadas; material genético nuclear, embriones, células embrionarias, fetales y somáticas implantadas; genes y embriones trasplantados.

Decíamos que para generar clones y transgénicos en el Instituto Roslin [1990-2000] hay que preparar las ovejas, las líneas celulares de los cultivos, las carioplastas y las citoplastas. Veamos ahora los detalles del tratamiento que se les da a las carioplastas y a las citoplastas. Ian Wilmut *et.al.* (2000) señala: “[t]he key to our experiments in the winter of 1993-94 and 1994-95 lay in the way we prepared the karyoplasts—the cells that provided the donor nuclei [*i.e.* the donor genetic material]” (p.191).

Para producir clones y transgénicos en el Instituto Roslin no basta contar con carioplastas que donen su material genético (idéntico respecto a otro, en el caso del clon, o recipiente de un gen foráneo, en el caso del transgénico) hace falta prestar atención al momento en el que se encuentra dicha carioplasta, es decir, la fase del ciclo celular (parámetro 5). De la fase del ciclo celular penden tres aspectos sumamente relevantes para el éxito en la producción y el *desarrollo* de clones y transgénicos: el carácter diploide de la célula, la forma condensada o relajada del ADN (cromosomas, cromatina) y la capacidad de la cromatina para admitir una “remodelación” o “reprogramación”.

La preparación de las carioplastas, en el Instituto Roslin, consiste en colocar a las células que fungirán como carioplastas— sean embrionarias, fetales o somáticas—en la fase G0 de la interfase del proceso mitótico cabal, es decir, de la agenda celular completa. De acuerdo con la experiencia, en esta fase del ciclo celular la célula es diploide (contiene los dos sets de cromosomas característicos del embrión de la especie ovina listo para desarrollarse) y la estructura de la cromatina le permite admitir una remodelación o reprogramación, sea para especializar la célula o para desespecializarla según el entorno (Wilmut *et.al.*, 2000).

La técnica para preparar las carioplastas (parámetro 5), como hemos señalado, consiste en colocar en la fase G0 del ciclo celular a todas las células que fungirán como donantes de material genético nuclear. Esto se logra privando a las células en cultivo del llamado “factor de crecimiento”: un suero fetal de ternero—del cual todavía en el año 2000 se desconocen sus componentes precisos. De 5 a 7 días antes de ejecutar la técnica de transferencia nuclear o fusión celular (fusión de carioplasta y citoplasta para producir un embrión unicelular propiamente integrado) se reduce la concentración de dicho suero de un 10 a un 5% en el cultivo de las células que servirán como carioplastas.

Las citoplastas, por su parte, también requieren un tratamiento especial (parámetro 6) ya que, en calidad de ambiente (*environment*) del material genético y de la carioplasta, la citoplasta determina lo que el ADN efectivamente hace o no hace dentro de los límites de lo que puede hacer (replicarse o no; expresarse o no) así como determina lo que la célula embrionaria efectivamente hace o no dentro de los límites de lo que puede hacer (completar su proceso meiótico y desarrollar un embrión pluricelular). Las técnicas para preparar las citoplastas en el Instituto Roslin [1990-2000] son las siguientes:

Procedimiento **GOAT** (G0 ACTIVATION AND TRANSFER): hay que activar la citoplasta (ovocito MII enucleado con una concentración alta en la enzima MPF), esto es, sacarla de su estado de “arresto”, con la introducción de una carioplasta (célula diploide embrionaria, fetal o somática en la fase G0) por transferencia nuclear (electrofusión), para que los niveles de MPF bajen y, por tanto, la membrana nuclear se reforme y esté presente: permitiendo así que el proceso de meiosis sea completado y el embrión clon y/o transgénico pueda desarrollarse. Los ovocitos MII tratados con el procedimiento GOAT son activados

en el momento de la fusión con las carioplastas y despliegan niveles altos en MPF que caen rápidamente en el momento de la fusión.

Procedimiento **MAGIC** (METAPHASE ARRESTED G1/G0 ACCEPTING CYTOPLAST): hay que proveer de un medio libre en calcio a la citoplasta (ovocito MII enucleado con una concentración alta en la enzima MPF) para que los niveles en MPF no bajen y, por tanto, la membrana nuclear permanezca ausente: permitiendo así que el proceso de meiosis permanezca en “arresto” mientras la cromatina de la carioplasta queda expuesta a los factores del citoplasma (factores de reprogramación). Los ovocitos MII tratados con el procedimiento MAGIC son activados *después* de la fusión con las carioplastas pero se mantienen con un nivel alto en MPF hasta que esto ocurre.

Procedimiento **UNIVERSAL** (UNIVERSAL RECIPIENT): hay que exponer a la citoplasta (ovocito MII enucleado con una concentración alta en la enzima MPF) a un *electroshock* adecuado para activarla y sacarla de su estado de “arresto”: permitiendo que el proceso de meiosis sea completado y el embrión clon y/o transgénico pueda desarrollarse una vez que la carioplasta se fusione con la citoplasta. El *electroshock* se aplica de 4 a 6 horas antes de la transferencia nuclear. Los ovocitos MII tratados con el procedimiento UNIVERSAL son activados *antes* de la fusión con las carioplastas por lo que mantienen niveles bajos en MPF<sup>50</sup>.

El suceso fundamental en estos procedimientos, podría argumentarse, es la aparición y desaparición de la membrana nuclear (NE) ya que de ésta dependen por lo menos cuatro cosas: (1) el acceso de los *licensing factors* que permiten la replicación del ADN, (2) el estado condensado o relajado de los cromosomas y de la cromatina, (3) el libre acceso de otros factores citoplasmáticos incluidos los factores de “reprogramación”, (4) la activación del ovocito MII en estado de “arresto”. Ian Wilmut *et.al.* (2000) expone al respecto:

The prime task of the nucleus is to provide an environment in which the DNA, coiled into its chromosomes, can function most freely. The nucleus is surrounded by a membrane, sometimes simply called the nuclear membrane and sometimes the nuclear envelope (...). The nuclear membrane is able to maintain a DNA-friendly environment inside because it has evolved to allow only particular, selected materials to enter and leave. As we will see in later chapters, however, the membrane disappears when cells are preparing to divide and reappears after the division; when it is absent, various “factors” are able

---

<sup>50</sup> Los niveles bajos en MPF, pareciera, funcionan como ambiente adecuado o “recipiente universal” para aceptar carioplastas (en cualquier fase del ciclo celular) sin “dañar” sus cromosomas y desarrollar embriones reconstruidos; el procedimiento UNIVERSAL, cuando menos, es suficientemente bueno para el desarrollo de blastocistos pero parece que no es óptimo para el desarrollo de animales adultos vivos. Aunque una de las ovejas clones del Instituto Roslin proviene de citoplastas preparadas con el método UNIVERSAL, los resultados en otros laboratorios revelan que los mejores resultados se obtienen a través del método GOAT y MAGIC, en especial con este último. Ian Wilmut *et.al.* (2000) señala que los rigores de altos niveles en MPF resultan, a la larga, mejores para el desarrollo de animales adultos vivos—ya que parece que permiten la “reprogramación” del material genético de la carioplasta.

to flow in from the surrounding cytoplasm and interact with the chromatin and so with the DNA, which is the key component of the chromatin (pp.57-58).

Lo importante es que la citoplasta en calidad de entorno (*surrounding*) de la carioplasta y del material genético determina el comportamiento del ADN, de la célula embrionaria y del embrión pluricelular—blastocistos transferibles—por mediación de proteínas y otros factores que modifican el ambiente (*environment*) citoplasmático, el estado de la membrana nuclear (NE) y el propio ambiente (*environment*) de la región nuclear. Ningún embrión u organismo pluricelular clon y/o transgénico se desarrolla si no se activa al ovocito MII (citoplasta) y se interrumpe su estado de “arresto” en la metafase meiótica II del ciclo celular, esto se logra modificando los niveles en calcio de la citoplasta o con un *electroshock* adecuado que disminuya la concentración de la enzima MPF (*Maturation Promoting Factor*)<sup>51</sup>. Wilmut *et.al.* (2000) explica la importancia del ambiente (*environment*) celular en los siguientes términos:

If we want to make healthy embryos that will survive at least to the blastocyst stage, we can do this by transferring nuclei [nuclear genetic material] at any stage into a low-MPF environment—that is, into MII oocytes that have been activated some hours before. In fact, low-MPF oocytes can be called universal recipients (...). We cannot transfer nuclei into a high-MPF environment with any hope of success unless they are diploid at the time of transfer. This means they have to be in G1. Either that—and this turns out to be the million-dollar point—or they can be in the quiescent stage, G0. If it is always safe to transfer nuclei into a low-MPF environment, then why not do this? Why cause donor nuclei to run the gauntlet of the high-MPF environment? Well, if you simply want to produce blastocysts, then a low-MPF environment is good enough. But if you want to produce blastocysts that can be transferred into surrogate mothers [permanent recipients] and go on to become live animals, then initial exposure to the rigors of MPF seems to be helpful (p.182).

Todos los clones y transgénicos del Instituto Roslin [1990-2000] fueron producidos empleando ovocitos MII de ovejas *Scottish Blackface* como citoplastas. Los clones Megan y Morag, nacidos en 1995, fueron producidos con células de disco germinal (*ED cells*) de embriones *Welsh Mountain* de 9 días, puestas en cultivo (de 6 a 13 pasajes) y diferenciadas para ser empleadas como carioplastas. En cambio, los clones Taffy y Tweed, natos en 1996, han sido desarrollados a partir de células fibroblastos de fetos *Welsh Black* de 26 días puestas en cultivo (de 4 a 6 pasajes) y diferenciadas para ser empleadas como carioplastas.

Los clones Cedric, Cyril, Cecil y Tuppence, alumbrados en 1996, fueron desarrollados con células de disco germinal (*ED cells*) de embriones *Poll Dorset* de 9 días, puestas en cultivo (de 7 a 9 pasajes) en la presencia de LIF (*Leukemia Inhibitor*

---

<sup>51</sup> La lógica de activación del ovocito sigue la lógica de la meiosis y de la fertilización: infusión de calcio o *electroshock* → no CSF → bajan niveles de MPF → NE reaparece → ovocito MII se activa y completa desarrollo; bajan niveles de calcio → CSF (ciclina+cdc2) → suben niveles de MPF → NE desaparece o continúa ausente → ovocito MII en estado de “arresto” (Wilmut *et.al.*, 2000).

*Factor*) con la intención de reducir la diferenciación de las células que posteriormente se emplearían como carioplastas. Por su parte, el clon Dolly, dado a luz en 1996, fue producido a partir de células epiteliales de glándulas mamarias (*OME cells*) de una oveja *Finn-Dorset* de 6 años—en su tercer trimestre de embarazo, puestas en cultivo (de 3 a 6 pasajes) y diferenciadas para ser empleadas como carioplastas.

El clon y transgénico Polly, nacido en 1997, fue desarrollado a partir de células fibroblastos de fetos *Poll Dorset* de 35 días, puestas en cultivo y transfectadas (“infectadas” con hasta diez copias del constructo genético que incluye el gen humano del factor IX de coagulación) para ser empleadas como carioplastas. El gen de interés se introduce en las células que fungirán como carioplastas a través de lipofección y con un marcador de ADN que permita revelar su presencia. Los tres “ingredientes” básicos para producir a un clon como Polly son: (i) un gen adecuado para la transferencia (un gen no pleiotrópico como el gen del factor IX asociado a la coagulación) junto con su región promotora (*e.g.* promotor beta-lactoglobulina), (ii) un método de transferencia (*e.g.* lipofección) y (iii) un cultivo de células adecuado para clonar (*e.g.* cultivo de fibroblastos fetales en fase G0).

## BIBLIOGRAFÍA

### Capítulo 1

- ARISTÓTELES (2000). *Partes de los animales*. E. Jiménez Sánchez-Escariche (trad.). Madrid: Gredos.
- ARISTÓTELES (2011). *Acerca del alma*. T. Calvo Martínez (trad.). Madrid: Gredos.
- ARISTÓTELES (2011). *Física*. G. R. de Echandía (trad.). Madrid: Gredos.
- ARISTÓTELES (2011). *Metafísica*. T. Calvo Martínez (trad.). Madrid: Gredos.
- BERNABÉ, A. (2008). Parménides de Elea. En *Fragmentos presocráticos de Tales a Demócrito* (pp.143-163). Madrid: Alianza Editorial.
- DÜRING, I. (1987). Los primeros principios. En *Aristóteles. Exposición e interpretación de su pensamiento* (pp.291-384). B. Navarro (trad.). Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- ECHANDÍA, G.R. de (2011). Notas. En *Física*. G. R. de Echandía (trad.). Madrid: Gredos.
- HEIDEGGER, M. (2000). Sobre la esencia y el concepto de la Φύσις. Aristóteles, *Física* β, 1. En *Hitos* (pp.199-249). H. Cortés y A. Leyte (trad.). Madrid: Alianza Editorial.
- HENRY, D. (2008). Organismal Natures. En J. Mouracade (ed.), *Aristotle on Life* (pp.47-74). Kelowna: Academic Printing and Publishing.
- JAEGER, W. (1946). El origen de la física y cosmología especulativa. En *Aristóteles. Bases para la historia de su desarrollo intelectual* (pp.336-354). J. Gaos (Trad.). Distrito Federal: Fondo de Cultura Económica.
- KATAYAMA, E.G. (2008). Substantial Unity and Living Things in Aristotle. En J. Mouracade (ed.), *Aristotle on Life* (pp.99-127). Kelowna: Academic Printing and Publishing.
- OÑATE, T. (2001). El renacimiento contemporáneo de Aristóteles. En *Para leer la Metafísica de Aristóteles en el siglo XXI. Análisis crítico hermenéutico de los 14 logoi de Filosofía Primera* (pp.17-142). Madrid: Dykinson.
- SHIELDS, C. (2008). Substance and Life in Aristotle. En J. Mouracade (ed.), *Aristotle on Life* (pp.129-151). Kelowna: Academic Printing and Publishing.

### Capítulo 2

- BERG, H. van den (2014). Kant on the Domain and Method of Biology. En *Kant on Proper Science. Biology in the Critical Philosophy and the Opus postumum* (pp.111-147). Dordrecht: Springer.
- FISHER, M. (2014). Metaphysics and Physiology in Kant's Attitude towards Theories of Preformation. En I. Goy y P. Watkins (ed.), *Kant's Theory of Biology* (pp.25-41). Göttingen: De Gruyter.
- GOY, I. (2014). Epigenetic Theories: Caspar Friedrich Wolff and Immanuel Kant. En I. Goy y P. Watkins (ed.), *Kant's Theory of Biology* (pp.43-60). Göttingen: De Gruyter.

GOY, I. y WATKINS, P. (2014). Introduction. En I. Goy y P. Watkins (ed.), *Kant's Theory of Biology* (pp.1-22). Göttingen: De Gruyter.

ILLETTERATI, L. (2014). Teleological judgment: Between Technique and Nature. En I. Goy y P. Watkins (ed.), *Kant's Theory of Biology* (pp.81-98). Göttingen: De Gruyter.

KANT, I. (1997). *Crítica del Juicio*. M. García Morente (trad.). Madrid: Austral.

KANT, I. (2000). *Critique of the Power of Judgment*. P. Guyer (trad.). Cambridge: Cambridge University Press.

MADINABEITIA, M. (2016). *Immanuel Kant. Crítica de la razón pura. El manga*. Barcelona: La Otra H.

ŠUSTAR, P. (2014). Kant's Account of Biological Causation. En I. Goy y P. Watkins (ed.), *Kant's Theory of Biology* (pp.99-115). Göttingen: De Gruyter.

WOLFE, C.T. (2010). Do organisms have an ontological status? *History and Philosophy of the Life Sciences* 32:2-3 (2010), pp.1-43.

ZAMMITO, J.H. (1992). The Problem of Organic Form in "The Critique of Teleological Judgment". En *The Genesis of Kant's Critique of Judgment* (pp.214-227). Chicago: The University of Chicago Press.

ZAMMITO, J.H. (2006). Teleology then and now: The question of Kant's relevance for contemporary controversies over function in biology. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (2006), pp.748-770.

ZUCKERT, R. (2007). Introduction. En *Kant on Beauty and Biology. An Interpretation of the Critique of Judgment* (pp.1-22). Cambridge: Cambridge University Press.

ZUCKERT, R. (2014). Organisms and Metaphysics: Kant's First Herder Review. En I. Goy y P. Watkins (ed.), *Kant's Theory of Biology* (pp.61-77). Göttingen: De Gruyter.

### Capítulo 3

ANSELL PEARSON, K. (1999). Introduction. En *Germinal Life. The difference and repetition of Deleuze* (pp.1-19). London: Routledge.

AYALA, F.J. (2009). Introducción. En *El origen de las especies por medio de la selección natural* (pp.13-32). A. de Zulueta (trad.). Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.

BEATTY, J. (2016). The Creativity of Natural Selection? Part I: Darwin, Darwinism, and the Mutationists. *Journal of the History of Biology* 49 (2016), pp.659-684. [Springer]

CHARGAFF, E. (1950). Chemical Specificity of Nucleic Acids and Mechanism of their Enzymatic Degradation. *Experientia* VI (6), pp.201-209.

CIBELLI, J., GURDON, J., WILMUT, I., JAENISCH, R., LANZA, R., WEST, M.D. y CAMPBELL, K.H.S. (2014). *Principles of cloning*. Amsterdam: Academic Press. [Elsevier]



- DARWIN, C.R. (2009). Selección natural, o la supervivencia de los más adecuados. En *El origen de las especies por medio de la selección natural* (pp.97-140). A. de Zulueta (trad.). Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- ELLWANGER, A.L. y LAMBERT, J.E. (2018). Investigating Niche Construction in Dynamic Human-Animal Landscapes: Bridging Ecological and Evolutionary Timescales. *International Journal of Primatology* 39 (2018), pp.797-816. [Springer]
- FISHER, M. (2014). Metaphysics and Physiology in Kant's Attitude towards Theories of Preformation. En I. Goy y P. Watkins (ed.), *Kant's Theory of Biology* (pp.25-41). Göttingen: De Gruyter.
- GHISELIN, M.T. (1994). Darwin's language may seem teleological, but his thinking is another matter. *Biology and Philosophy* 9 (4), pp.489-492. [Springer]
- GODFREY-SMITH, P. (2014). *Philosophy of Biology*. Princeton: Princeton University Press.
- GONZÁLEZ VALENZUELA, J. (2017). Genoma humano y naturaleza humana. En *Bíos. El cuerpo del alma y el alma del cuerpo* (pp.77-84). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- GONZÁLEZ VALERIO, M.A. (2010). *Un tratado de ficción. Ontología de la mimesis*. Distrito Federal: Herder.
- GOULD, S.J. (1989). Possible Worlds: The Power of "Just History". En *Wonderful Life. The Burgess Shale and the Nature of History* (pp.292-). New York: Norton.
- GOULD, S.J. y LEWONTIN, R.C. (1979). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 205 (1161), pp.581-598.
- KELLER, E.F. (2000). *Lenguaje y vida. Metáforas de la biología en el siglo XX*. Buenos Aires: Manantial.
- KELLER, E.F. (2002). *Making sense of life. Explaining biological development with models, metaphors, and machines*. Cambridge: Harvard University Press.
- LENNOX, J. (1993). Darwin Was a Teleologist. *Biology and Philosophy* 8 (4), pp.409-421. [Springer]
- MELONI, M. (2019). Epigenetics or how matter returned to the genome. En *Impressionable Biologies. From the Archaeology of Plasticity to the Sociology of Epigenetics* (pp.95-129). New York: Routledge.
- MONOD, J. (1971). About Strange Objects. *Chance and Necessity. An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology* (pp.15-31). A. Wainhouse (trad.). Great Britain: Collins.
- ODLING-SMEE, J., ERWIN, D.H., PALKOVACS, E.P., FELDMAN, M.W. y LALAND, K.N. (2013). Niche construction theory: a practical guide for ecologists. *The Quarterly Review of Biology* 88 (1), pp.3-28. [The University of Chicago Press]
- O'DONNELL, M., LANGSTON, L. y STILLMAN, B. (2013). Principles and Concepts of DNA Replication in Bacteria, Archaea, and Eukarya. Recuperado el 13 de julio de 2018 en: <https://cshperspectives.cshlp.org/content/5/7/a010108.full.pdf+html> [Cold Spring Harbor]

- PEARCE, B.K.D., PUDRITZ, R.E., SEMENOV, D.A. y HENNING, T.K. (2017). Origin of the RNA world: The fate of nucleobases in warm little ponds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114 (43), pp.11327-11332.
- PEPPER, J.W. y HERRON, M.D. (2008). Does Biology Need an Organism Concept?. *Biological Reviews* 83 (2008), pp.621-627. [Cambridge Philosophical Society]
- RAMAKRISHNAN, V. (2002). Ribosome Structure and the Mechanism of Translation. *Cell* 108 (4), pp.557-572.
- RICHARDS, R.J. (1992). The Structure of Narrative Explanation in History and Biology. En M.H. Nitecki y D.V. Nitecki (ed.), *History and Evolution* (pp.19-53). New York: State University of New York.
- VISCHER, E. y CHARGAFF, E. (1948). The Separation and Quantitative Estimation of Purines and Pyrimidines in Minute Amounts. Recuperado el 18 de julio de 2018 en: <https://www.jbc.org/content/176/2/703.full.pdf> [Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology]
- WATSON, J.D. y CRICK, F.H.C. (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids. *Nature* 171 (April 25, 1953), p.737.
- WILMUT, I., CAMPBELL, K. y TUDGE, C. (2000). *The second creation. Dolly and the age of biocontrol*. New York: FSG.
- WILMUT, I. y HIGHFIELD, R. (2006). *After Dolly: the promise and perils of human cloning*. New York: Norton.
- ZAMMITO, J.H. (2006). Teleology then and now: The question of Kant's relevance for contemporary controversies over function in biology. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37 (2006), pp.748-770.

#### Capítulo 4

- ARISTÓTELES (2011). *Física*. G. R. de Echandía (trad.). Madrid: Gredos.
- ARISTÓTELES (2011). *Metafísica*. T. Calvo Martínez (trad.). Madrid: Gredos.
- DARWIN, C.R. (2009). Selección natural, o la supervivencia de los más adecuados. En *El origen de las especies por medio de la selección natural* (pp.97-140). A. de Zulueta (trad.). Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- ELLWANGER, A.L. y LAMBERT, J.E. (2018). Investigating Niche Construction in Dynamic Human-Animal Landscapes: Bridging Ecological and Evolutionary Timescales. *International Journal of Primatology* 39 (2018), pp.797-816. [Springer]
- MONREAL, F. (2015). Desmodium-máquina/Desmodium-Machine. En M.A. González Valerio (coord.), *Sin origen/Sin semilla. Without Origin/Seedless* (pp.229-233/263-265). Bonilla Artigas.
- GONZÁLEZ VALENZUELA, J. (2017). De la materia a la vida, de la vida a la libertad. En *Bíos. El cuerpo del alma y el alma del cuerpo* (pp.47-74). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- GONZÁLEZ VALERIO, M.A. (2012). Bioarte y ontología estética. Recuperado el 28 de mayo de 2020 en: [https://www.academia.edu/1338909/Bioarte\\_y\\_ontolog%C3%ADa\\_est%C3%A9tica](https://www.academia.edu/1338909/Bioarte_y_ontolog%C3%ADa_est%C3%A9tica) [Universidad Nacional Autónoma de México]

- GONZÁLEZ VALERIO, M.A. (2016). *Cabe los límites. Escritos sobre filosofía natural desde la ontología estética*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- GONZÁLEZ VALERIO, M.A. (2018). *Espacios de especies* [librete]. Ciudad de México: Arte + Ciencia.
- HEIDEGGER, M. (2000). Sobre la esencia y el concepto de la Φύσις. Aristóteles, *Física β*, 1. En *Hitos* (pp.199-249). H. Cortés y A. Leyte (trad.). Madrid: Alianza Editorial.
- HUXLEY, A. (2017). *Un mundo feliz*. M. Mena (trad.). Ciudad de México: Mirlo.
- KANT, I. (1997). *Crítica del Juicio*. M. García Morente (trad.). Madrid: Austral.
- KANT, I. (2000). *Critique of the Power of Judgment*. P. Guyer (trad.). Cambridge: Cambridge University Press.
- KARAFYLLIS, N.C. (2007). Growth of Biofacts: The Real Thing or Metaphor?. En R. Heil, A. Kaminski, M. Stippak, A. Unger y M. Ziegler (ed.), *Tensions and Convergences. Technological and Aesthetic (Trans)Formations of Society* (pp.141-152). Bielefeld: Transcript.
- KARAFYLLIS, N.C. (2008). Ethical and epistemological problems of hybridizing living beings: Biofacts and body shopping. En H. Poser y W. Li (ed.), *The Ethics of Today's Science and Technology. A German-Chinese Approach* (pp.185-198). Münster: LIT.
- KARAFYLLIS, N.C. (2014). Biofactos del arte. Los retos filosóficos y sociales del bioarte. En M.A. González Valerio (coord.) *Pròs Blon. Reflexiones Naturales sobre Arte, Ciencia y Filosofía* (pp.67-88). Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- MELONI, M. (2019). Epigenetics or how matter returned to the genome. En *Impressionable Biologies. From the Archaeology of Plasticity to the Sociology of Epigenetics* (pp.95-129). New York: Routledge.
- MENEZES, M. (2000). Nature? [bioarte]. Linz: Ars Electronica 2000 Next Sex.
- MESTAS, J.A. (2016). Introducción. En *Frankenstein o El moderno Prometeo* (pp.5-7). Madrid: Mestas.
- MILLER, A. y LANGDON, M. (2008). *Barona Inter-Tribal Dictionary: Tipay Aa Tiipay Aa Uumall*. Lakeside: Barona Museum Press.
- NEGROTTI, M. (2002). *Naturoids. On the Nature of the Artificial*. New Jersey: World Scientific.
- ODLING-SMEE, J., ERWIN, D.H., PALKOVACS, E.P., FELDMAN, M.W. y LALAND, K.N. (2013). Niche construction theory: a practical guide for ecologists. *The Quarterly Review of Biology* 88 (1), pp.3-28. [The University of Chicago Press]
- SHELLEY, M.W. (2016). *Frankenstein o El moderno Prometeo*. Madrid: Mestas.
- THACKER, E. (2005). Bioinformatic Bodies and the Problem of "Life Itself". En *The Global Genome. Biotechnology, Politics, and Culture* (pp.51-90). Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press.
- THACKER, E. (2010). *After Life*. Chicago: The University of Chicago Press.

THACKER, E. (2014). Biofilosofía para el siglo XXI. En M.A. González Valerio (coord.) *Pròs Bíon. Reflexiones Naturales sobre Arte, Ciencia y Filosofía* (pp.191-207). Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.

WILMUT, I., SCHNIEKE, A.E., MCWHIR, J., KIND, A.J. y CAMPBELL, K.H.S. (1997). Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature* 385 (February 27, 1997), pp.810-813.

WILMUT, I., CAMPBELL, K. y TUDGE, C. (2000). *The second creation. Dolly and the age of biocontrol*. New York: FSG.

## Capítulo 5

ARISTOTLE (1942). *Generation of Animals*. A.L. Peck (trad.). Cambridge: Harvard University Press.

ARISTOTLE (1961). *Parts of Animals*. A.L. Peck (trad.). Cambridge: Harvard University Press.

ARISTÓTELES (2000). *Partes de los animales*. E. Jiménez Sánchez-Escariche (trad.). Madrid: Gredos.

CIBELLI, J., GURDON, J., WILMUT, I., JAENISCH, R., LANZA, R., WEST, M.D. y CAMPBELL, K.H.S. (2014). *Principles of cloning*. Amsterdam: Academic Press. [Elsevier]

EL PAÍS (2014). Un tribunal de EE UU impide patentar los animales clonados [noticia]. Recuperado el 20 de abril de 2020 en: [https://elpais.com/sociedad/2014/05/09/actualidad/1399620721\\_300525.html](https://elpais.com/sociedad/2014/05/09/actualidad/1399620721_300525.html)

GILBERT, S.F. y BARRESI, M.J.F. (2016). Birds and Mammals. En *Developmental Biology* (pp.390-411). Sunderland: Sinauer.

GONZÁLEZ VALERIO, M.A. (2016). *Cabe los límites. Escritos sobre filosofía natural desde la ontología estética*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

GONZÁLEZ VALERIO, M.A. (2017). Agenciamientos materiales y formales. Variaciones sobre morfologías. *Azafea. Revista Filosófica* 19 (2017), pp.63-89. [Universidad de Salamanca]

GOTTHELF, A. (1985a). Introduction. En A. Gotthelf (ed.), *Aristotle on Nature and Living Things* (pp.vii-xix). Pittsburgh: Mathesis.

GOTTHELF, A. (1985b). Notes towards a Study of Substance and Essence in Aristotle's *Parts of Animals* ii-iv. En A. Gotthelf (ed.), *Aristotle on Nature and Living Things* (pp.27-54). Pittsburgh: Mathesis.

HACKING, I. (2012). Introductory Essay. En *The Structure of Scientific Revolutions* (pp.vii-xxxvii). Chicago: The University of Chicago Press.

HENRY, D. (2008). Organismal Natures. En J. Mouracade (ed.), *Aristotle on Life* (pp.47-74). Kelowna: Academic Printing and Publishing.

HYTTEL, P., SINOWATZ, F. y VEJLSTED, M. (2010). *Essentials of Domestic Animal Embryology*. Edinburgh: Saunders. [Elsevier]

IMPI (2017). 5 de julio de 1996 nace la oveja Dolly [entrada de blog]. Recuperado el 20 de abril de 2020 en: <https://www.gob.mx/impi/articulos/nace-la-oveja-dolly>

JIMÉNEZ SÁNCHEZ-ESCARICHE, E. (2000). Introducción. En *Partes de los animales*. E. Jiménez Sánchez-Escariche (trad.). Madrid: Gredos.

KATAYAMA, E.G. (2008). Substantial Unity and Living Things in Aristotle. En J. Mouracade (ed.), *Aristotle on Life* (pp.99-127). Kelowna: Academic Printing and Publishing.

KUHN, T.S. (2012). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.

LENNOX, J.G. y BOLTON, R. (2010). Introduction. En J.G. Lennox y R. Bolton (ed.), *Being, Nature, and Life in Aristotle. Essays in Honor of Allan Gotthelf* (pp.1-4). Cambridge: Cambridge University Press.

MOURACADE, J. (2008). Aristotelian Hylomorphism and Non-Reductive Materialism. En J. Mouracade (ed.), *Aristotle on Life* (pp.153-178). Kelowna: Academic Printing and Publishing.

REUTERS (2014). Clones como la oveja Dolly no podrán ser patentados [noticia]. Recuperado el 20 de abril de 2020 en: <https://es.reuters.com/article/entertainmentNews/idESKBN0DP09F20140509>

SINCLAIR, K.D., CORR, S.A., GUTIERREZ, C.G., FISHER, P.A., LEE, J.-H., RATHBONE, A.J., CHOI, I. y CAMPBELL, K.H.S. (2016). Healthy ageing of cloned sheep. *Nature Communications* 7 (12359), pp.1-10. [Nature]

STEPHENSON, R.O., ROSSANT, J. y TAM, P.P.L. (2013). Intercellular Interactions, Position, and Polarity in Establishing Blastocyst Cell Lineages and Embryonic Axes. En P.P.L. Tam, W.J. Nelson y J. Rossant (ed.), *Mammalian Development. Networks, Switches, and Morphogenetic Processes* (pp.167-181). Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor Laboratory Press. [Cold Spring Harbor]

WILMUT, I., CAMPBELL, K. y TUDGE, C. (2000). *The second creation. Dolly and the age of biocontrol*. New York: FSG.

WILMUT, I. y HIGHFIELD, R. (2006). *After Dolly: the promise and perils of human cloning*. New York: Norton.

Anexos

CIBELLI, J., GURDON, J., WILMUT, I., JAENISCH, R., LANZA, R., WEST, M.D. y CAMPBELL, K.H.S. (2014). *Principles of cloning*. Amsterdam: Academic Press. [Elsevier]

MANDUJANO SÁNCHEZ, M.C. (2007). La clonalidad y sus efectos en la biología de poblaciones. En L.E. Eguiarte, V. Souza y X. Aguirre (comp.), *Ecología molecular* (pp.215-250). Distrito Federal: Instituto Nacional de Ecología.

PEPPER, J.W. y HERRON, M.D. (2008). Does Biology Need an Organism Concept?. *Biological Reviews* 83 (2008), pp.621-627. [Cambridge Philosophical Society]

WILMUT, I., SCHNIEKE, A.E., MCWHIR, J., KIND, A.J. y CAMPBELL, K.H.S. (1997). Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature* 385 (February 27, 1997), pp.810-813.

WILMUT, I., CAMPBELL, K. y TUDGE, C. (2000). *The second creation. Dolly and the age of biocontrol*. New York: FSG.

WILMUT, I. y HIGHFIELD, R. (2006). *After Dolly: the promise and perils of human cloning*. New York: Norton.