

Imaginarios sobre ecología y tecnociencia. El trasfondo epistemológico de la Biomimesis

Carlos Hugo Sierra

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
European Society for History of Science (ESHS)

Si ejecución de sueños ancestrales es poder volar con los pájaros y navegar con los peces, penetrar como la broca en los cuerpos de montañas gigantes, enviar mensajes a velocidades divinas, divisar lo invisible y percibir lo remoto, oír hablar a los muertos, anegarse en salutíferos sueños milagrosos, ver con ojos vivos el aspecto que tendremos veinte años después de muertos, descubrir en noches resplandecientes mil cosas de encima y de abajo de este mundo que antes nadie conocía; si luz, calor, fuerza, placer, comodidad son los sueños primordiales del hombre, en tal caso las investigaciones actuales no solamente son ciencia, sino también una magia, un rito de poderosísima fuerza sentimental e intelectual que induce a Dios a doblar el uno sobre el otro los pliegues de su manto, una religión cuya dogmática está regida y basada en la dura y valiente lógica de la matemática, aguda y desbocada como la hoja de un cuchillo.

Rober Musil. *El hombre sin atributos* (Cap. 11, fragmento)

El filósofo y secretario perpetuo de la Academia de Ciencias de Francia, Bernard le Bouvier de Fontenelle (1657-1757), manifestaba hace ya más de trescientos treinta años en una de sus obras más destacadas y exitosas, *Conversaciones sobre la Pluralidad de los Mundos*¹, que la naturaleza se asemejaba a un soberbio espectáculo operístico. El público asistente, cuando no está discretamente concentrado en pasar revista a quienes ocupan las butacas contiguas, presta toda su atención a la propia acción escénica, a los fastuosos decorados, al virtuosismo de los cánticos corales o el lucimiento vocal del solista, a la intensidad dramática o a los insospechados vericuetos de la trama argumental, pero, sobre todo, no es consciente de la compleja maquinaria que se oculta tras el telón. Se encuentra allí para disfrutar de un acto memorable que embelese sus sentidos.

Al respecto, yo me figuro siempre que la naturaleza es un gran espectáculo que se parece al de la ópera. Desde donde estáis, en la ópera, de hecho no veis el teatro como es. Se han dispuesto los decorados y las máquinas para producir un efecto

agradable desde lejos, y se ocultan a nuestra vista todas las ruedas y contrapesos que causan los movimientos. Tampoco os preocupáis demasiado en adivinar cómo funciona todo esto. Quizá no hay más que algún maquinista, oculto en el patio de butacas, que se preocupa por un vuelo que le habrá parecido extraordinario, y que quiere desentrañar totalmente cómo ha sido ejecutado. Observaréis fácilmente que este maquinista es bastante parecido a los filósofos. Pero lo que aumenta la dificultad, respecto a éstos, es que, en las máquinas que la naturaleza presenta a nuestros ojos, las cuerdas están perfectamente ocultas, tan bien que se ha tardado largo tiempo en adivinar lo que causaba los movimientos del universo².

La analogía ideada por Fontenelle representa, sin ningún atisbo de duda, uno de los ejemplos más esplendentes de la insólita mirada sobre la naturaleza que iba a determinar el curso y los cimientos de la cosmovisión moderna occidental³. Ante el incipiente régimen de transparencias y opacidades que pugna por despuntar y ordenar el mundo mediante el ímpetu irrefrenable de la abstracción mecánico-matemática de la realidad (esa prodigiosa y escurridiza gramática oculta tras los velos físicos del universo advertida por Galileo Galilei)⁴, no vale ya una mirada profana e inexperta. Hace falta un lector diestro e instruido para interpretar convenientemente el lenguaje universal con el que se elabora el gran *libre du monde*. La ciencia seguirá a rajatabla, en adelante, una lógica de desvelamiento, una predisposición a reconocer la regularidad trascendente bajo las superficies mudables de lo aparente, un anhelo de ir más allá, hasta los más lejanos entresijos de la realidad, que no ha abandonado nunca desde entonces. Con todo, esta audaz empresa exploratoria conllevaba, a su vez, la erección de un modelo arquetípico del cosmos sumamente restrictivo, que respondía a las exigencias de traducción lógica y de control técnico de lo real, pero desterraba al mismo tiempo, en una confusión crucial denunciada por autores como S. Toulmin (2001), P. Feyerabend (2013), R. T. Tarnas (2016) o L. Mumford (2016)⁵, todo aquello de la vida que no era susceptible de mensuración. Desde este punto de vista, la biomimesis, como síntoma postrero de ciertas decantaciones de alta sofisticación operativa a las que se entrega la tecno-ciencia de vanguardia, ha retomado con abierto e inusitado entusiasmo este imaginario de la opacidad natural. Las espectaculares formas en las que se muestra la naturaleza bajo los parámetros de abstracción ingenieril permiten reivindicar este distintivo modo de captar, a diferentes escalas de apreciación, la diversidad de lo viviente. De lo que se trata aquí es de lograr erradicar los defectos de refracción óptica o de distorsión perceptiva⁶ que tradicionalmente ha acompañado nuestra forma de interpretar la vida. Ahora bien, el enfoque biomimético no sólo se explica en el propósito de “revelar” una vertiente genuina de la actividad natural que ha quedado ignorada hasta el presente, sino también en la pretensión de viabilizar instrumentalmente una propiedad orgánica característica (ya sea morfológica o funcional) que posibilite, en última instancia, la sosteni-

bilidad o una relación de equilibrio del *ordo naturalis* dentro del macro-sistema antropogénico. Como cabe barruntar de lo anterior, el dominio representacional y el propiamente tecnológico convergen en un proceso constante de retroalimentación, ya que únicamente a través de la manipulación operativa de la realidad a escalas hasta hace muy poco inconcebibles ha sido posible acceder al umbral perceptivo sobre el que se fundamenta la biomimesis. Sólo en virtud del modelo de abstracción funcional de la vida basada en la eficacia se hizo viable la síntesis tecnológica de sistemas no biológicos. Y como resultado de ello, la biomimesis ha tenido que abandonar las metáforas nucleares del teatro o de la biblioteca del mundo para abrazar la figura analógica más apropiada de la máquina o del laboratorio de ingeniería.

La naturaleza ama ocultarse⁷. La biomimesis: una vindicación de la transparencia

Si por algún rasgo distintivo ha de reconocerse el concepto de biomimesis es por el hecho de hacer referencia a una estrategia aplicada de creación en el campo del diseño cuyo especial interés está centrado en el modo en que la vida, de acuerdo a los procesos evolutivos que le otorgan continuidad en el tiempo, es capaz de conformar sistemas complejos con un alto nivel de eficacia. Entendido desde este punto de vista y atendiendo el recorrido histórico y semasiológico de este concepto (que deviene de la conjunción de dos términos centrales, aunque no del todo unívocos, pertenecientes a la cultura arcaica y clásica griega, esto es, *bios*, vida, y *mimesis*, imitación)⁸, se trataría, en principio, de un enfoque que se gesta a la sombra de los trepidantes procesos de desarrollo tecno-científico a los que estamos asistiendo en los últimos años. Es cierto que, al menos bajo una perspectiva epistemológica, no nos es posible identificar un modelo unitario, preciso, coherente y claramente reconocible que remita a una manera inconfundible de aproximarse a la realidad natural estrictamente biomimética. Tan es así, que en los últimos tiempos se ha comenzado a constatar, por parte de algunos expertos y estudiosos del asunto (V. Blok & B. Gremmen, 2016), la heterogeneidad congénita de este enfoque al demostrar una profunda divergencia, en el plano epistemológico, ético y axiológico, entre lo que podría considerarse como una propuesta “fuerte” y “débil” de biomimesis⁹. Ciertas vertientes todavía más críticas (A. Marshall & S. Lozeva, 2009), que cuestionan la inevitable avenencia del enfoque biomimético con la sostenibilidad, defienden, con base en los planteamientos de la tecnología alternativa y de la ecología profunda, una perspectiva “ecomimética” alejada de cualquier atisbo tecnocéntrico¹⁰. O, incluso, se propone ya con ciertos visos de verosimilitud aunque no sin cierto poso sarcástico, emprender la senda contraria

y, en consecuencia, extender los beneficios instrumentales del avance tecnológico, en una especie de “biomimesis recíproca”, no sólo al hombre y sus enrevesadas circunstancias, sino también a otros organismos (Jonathon Keats, 2017)¹⁰. Sea como fuere, digamos que, en términos generales, con esta noción (o “meme”¹², según lo expresado por Janine Benyus, su divulgadora más destacada)¹³ se trata de esbozar una empresa de reformulación o re-pensamiento de la imagen o percepción preeminente de la naturaleza, cuyas raíces han vertebrado la historia de la tradición científica occidental, a fin de que la conceptualización del universo orgánico resultante sea cognitivamente adecuada para el buen desarrollo de alternativas de innovación tecnológica.

Visto así, la biomimesis se impone como tarea clave impugnar la autoridad infalible de la imagen mecánica del mundo que se extiende, como si de un axioma intocable se tratase, desde el periodo de la ilustración hasta alcanzar la modernidad más inmediata con la inquietante interpretación de un orden natural sometido a las fuerzas irrefrenables de la competencia y a un instinto creciente de dominación. Aun cuando esta pretensión pueda no estar del todo desencaminada en su diagnóstico, el creer vislumbrar vías de escape en la reordenación física de lo biológico, circunstancia que tiene su punto de arranque en el siglo XIX¹⁴, nos devuelve, una vez más, a las antiguas aspiraciones del programa baconiano en torno a la utilización absoluta del mundo terrenal¹⁵.

En este sentido, la biomimesis da una última vuelta de tuerca a los dominios empíricos que “emergen” (siguiendo el vocablo de L. Daston -*Entstehung*- y los demás artífices de la nueva epistemología histórica)¹⁶ en virtud de la fuerza irresistible de abstracción que va a transformar el mundo natural, fundamentalmente en estos últimos doscientos años, para dar lugar a las nuevas categorías y leyes estructurales que fundan el saber biológico. La mirada biomimética se encuentra, de este modo, entrenada y preparada para vislumbrar, de forma depurada, aquel campo positivo atravesado de inéditas funcionalidades y estructuras vinculadas que “muestran” la organización interna de los seres vivos. No parece aventurado afirmar, por lo tanto, que la biomimesis, lejos de acaecer como una extrañeza incidental en el devenir epistémico occidental, obtiene su fundamentación en los cuadros cognoscitivos que vienen a alumbrar el nacimiento de la biología moderna (allá por el siglo XIX)¹⁷. De hecho, la biomimesis retoma y abunda en aquella ininterrumpida tradición del conocimiento occidental que ha perseguido (y aún sigue haciéndolo) la construcción definitiva de un armazón cognitivo en torno a la escurridiza complejidad orgánica con base en ciertos criterios de clasificación o de ordenamiento morfológico-funcional. Desde Aristóteles o A. Cesalpino, pasando por C. Linneo, Jean Baptiste de Lamarck, hasta llegar a Arthur Cronquist, Willi Hennig o Norman I. Platnick, el enfoque biomimético supone una secuela postmoderna de esta tendencia al alumbrar y poner sobre la mesa una propuesta

de categorización taxonómica propia de patrones y reglas específicas de comportamiento natural que se identifican, en este caso concreto, como principios esenciales de la vida: adaptación a condiciones cambiantes, armonización con el entorno, uso de una química respetuosa con la vida, eficiencia con los recursos, integración de desarrollo y crecimiento, evolución para la sobrevivencia¹⁸. Con independencia de la validez explicativa de esta clasificación, lo que parece cierto es que su contundencia persuasiva obedece a un imaginario implícito sobre la naturaleza, en tanto que *spatium experimentalis*, desde el que se interpreta, bajo los parámetros de un auténtico laboratorio de I+D, el principio transformista (pilar central de la teoría evolucionista) por el que se produce un tránsito morfológico y funcional a partir de un diseño no intencionado e inmanente¹⁹.

Pero eso no es todo. Nos atreveríamos a afirmar que la perspectiva biomimética parte de este patrimonio analítico histórico para ir incluso más allá en la empresa clásica de abstracción de lo viviente (aproximación reductiva), en la medida en que su objetivo fundamental estriba en lograr la prevalencia identificativa y la maniobrabilidad operativa (aproximación constructiva), a través de la ingeniería de lo orgánico, sobre ciertas características atribuidas a una función particular de un sistema biológico. Con ello la posibilidad fáctica de traducir, en diferentes escalas, la complejidad de lo vivo a una serie de principios ajustables a un diseño tecnológico correspondiente permite obtener información relevante en torno a su específica articulación como estructura-función y de su modo de interactuar con el entorno.

En consecuencia, si se asume como pretensión fundamental la realizabilidad tecnológica del correlato vital (en los términos fijados por H. Radder, 2012)²⁰, la biomimesis debe, como *conditio sine qua non*, ahondar en los vínculos de mediación cognitiva con el mundo de lo viviente y transformarlos a través de una recomposición de los cuadros de abstracción. No hay, pues, inmediatez. La aproximación biomimética descansa sobre lo biológicamente posible sin que, por ello, logre apresar lo irreductible y singular del acontecimiento vital²¹. En su búsqueda de un marco de inteligibilidad para la naturaleza, bascula entre la experiencia que se regula normativamente y la meta-abstracción o la abstracción de segundo orden que se anuncia desde lo post-biológico²².

Coincidiendo con el definitivo acomodo, tras los múltiples intentos y resistencias que atraviesan la historia de la ciencia moderna, de la complejidad asociada con la materia viviente en sus diferentes escalas a los modelos de la física contemporánea²³, la biomimesis, desde sus primeras formulaciones allá por los años cincuenta y sesenta, ha dedicado todos sus esfuerzos en lograr diseñar, mediante una estrategia de abstracción selectiva, un modelo particular, factible y esencialmente tecnológico de la naturaleza con el objeto de facilitar los procesos de traducibilidad instrumental hacia la esfera material humana. Con ello se trata de garantizar un tránsito

lógico, mediante los avances tecnológicos potenciales de la ingeniería inversa, que vaya desde las funciones o características funcionales de los seres vivos a los sistemas sintéticos no-naturales. El argumento de fondo que subyace a esta tesis es que resulta factible y deseable replicar las propiedades de los organismos vivos, recrear las condiciones de procesamiento que son empleadas por la naturaleza para traducirlas, transferirlas y aplicarlas a las tecnologías de síntesis *in vitro*. Hay por tanto, una convicción de que la ciencia puede establecer una continuidad entre lo orgánico y lo no orgánico mediante un re-pensamiento de la naturaleza desde una óptica ingenieril. Es así, y no de otro modo, como puede entenderse que sea en el campo de la bioingeniería donde aparece por vez primera la concepción de biomimesis, ideada por el biofísico Otto Herbert Schmitt²⁴ en 1960, y desarrollada más explícitamente en el diccionario Merriam-Webster en 1970:

El estudio de la formación, de la estructura o de la función de sustancias y materiales biológicamente producidas y procesos y mecanismos biológicos (como síntesis de proteínas o fotosíntesis) especialmente para el propósito de sintetizar productos similares por mecanismos artificiales.

Es evidente que este principio operativo se ha mantenido inalterable e indiscutido durante las siguientes décadas, incluso cuando Janine M. Benyus, a través de su conocido libro *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*²⁵, difunde, populariza y amplía la carga semántica del término incluyendo, además, la dimensión ambientalista bajo la inspiración directa de los planteamientos del ecólogo y taxónomo Henry Allan Gleason²⁶ y el geobotánico Frederic Edward Clements²⁷. La interpretación que se sigue de lo anterior es clara: la propia modelización instrumental de la naturaleza para producir nuevas estructuras y procesos también puede servir para combatir impactos medioambientales negativos (a través de la reducción de la brecha metabólica entre la tecno-esfera y la biosfera).

De esta forma, el inventario sistemático elaborado por el conocimiento biomimético ordena la fenomenología natural en torno a unas leyes, a unos patrones de comportamiento, a una especie de taxonomía funcional, que sirve de base para orientar la capacidad adaptativa del proceso tecnológico. Yendo un poco más allá en nuestro análisis, cabe afirmar que la biomimesis ve con buenos ojos recurrir a los esquemas interpretativos que subyacen tras la sensacional potencia operativa de la tecnología moderna para disipar la negatividad, conjurar los misterios ocultos de la naturaleza, y exponer la vida al dominio de la transparencia²⁸. Con ello, la naturaleza dejaría de ser una alteridad, una extrañeza que nos distancia y nos determina, para pasar a convertirse en una realidad diáfana y cristalina, como un calmado océano de aguas transparentes, abierto a las pretensiones heurísticas y transformadoras de la tecno-ciencia contemporánea.

El placer de la exactitud especular. Las bases cognitivas de la mimesis

La puesta en escena (*mise-en-scène*) del enfoque contemporáneo de la biomimesis nos da algunas pistas significativas para poder constatar que, desde un punto de vista gnoseológico, tiende a reproducir las viejas y recurrentes aspiraciones de un modelo cognoscitivo especular. La deliberada remisión al concepto de *mimesis*, responde, en mi opinión, a la finalidad de afianzar la convicción de una supuesta correspondencia más profunda entre la naturaleza (en su elemental desnudez empírica) y los marcos de aprehensión teórico-conceptual trazados desde la exploración biomimética. Bajo la apariencia de hallarse ante un vigoroso intento de reconsideración radical del paradigma imperante, lo que se lleva a cabo, en el fondo, es una profundización en los postulados elementales del realismo naturalista, especialmente bajo la presunción de un acceso intelectual no mediado y objetivo, para subrayar el carácter distintivo y privilegiado de su modo de entender el orden de lo viviente²⁹.

El diseño tecnológico, bajo las premisas biomiméticas, se convierte en la contraparte de referencia en virtud de la cual cabe verificar la tesis del empirismo esencialista que propugna la coincidencia de intelecto y realidad (*adaequatio intellectus et rei*)³⁰. Al establecerse una correspondencia en términos ontológicos entre la tecnología y el mundo, se nos muestra un campo de la experiencia auto-evidente y ajena a las propias coordenadas epistemológicas (y también sociopolíticas) sobre las que se ha construido. Se hace evidente aquí el problema de la superación de la discontinuidad ontológica entre lo tecnológico y la naturaleza a través de la modelización de ésta desde la normativización de pautas que expresan el comportamiento de la vida (auto-organización, adaptación, emergencia y resiliencia). Con ello se deja a un lado la complejidad de los mecanismos cognitivos movilizados en los procesos de “imitación” de los seres vivos y de los ecosistemas.

Ahora bien, el punto de interés aquí estriba en la peculiar connotación que adquiere el término dentro de un contexto de progresiva centralidad de la racionalidad tecno-económica ante la posibilidad factible de sintetizar tecnológicamente los correlatos del mundo natural. Ciertamente, el rápido aumento de las capacidades de ingenierización de la realidad física genera el caldo de cultivo propicio para extender un imaginario en torno a la *aemulatio* y a la posibilidad de traslación orientada de ciertos principios de actividad funcional natural. Desde este punto de vista, la relación con el referente natural se ajusta a una organización racional, a una estructura de modelización abstracta, a una “economimesis” (J. Derrida, 1975)³¹ específica, si se nos permite el término, que se encubre bajo la iluminación de lo “realmente constitutivo”. La opacidad que paradójicamente subyace tras el acto de “desvelamiento objetivo” se convierte en el almacén metafísico para el real abordaje operativo del mundo natural. Con esta operación se oculta una re-

lación asimétrica con el referente natural. En la mirada adiestrada del especialista que asume de buen grado los postulados cognoscitivos del enfoque biomimético subyacen ciertas operaciones de selección, de enfatización y de control con los que se consigue ajustar aquellas características más relevantes de un fenómeno orgánico y los propósitos pre-determinados en las diversas tareas de desarrollo y aplicación tecnológica. Siendo así, el “descubrimiento” de una peculiaridad insólita de la naturaleza tiene lugar dentro de un régimen perceptivo concreto de visibilidades e invisibilidades y de acuerdo a un direccionamiento gnoseológico intencional y discriminativo.

En este juego de luces y sombras puesto en marcha desde las estrategias de modelización biomimética, toda información significativa del entorno natural que queda desvelada entraña, a su vez, la existencia de otras propiedades sumidas en la opacidad gnoseológica. La idea aquí de que el diseño tecnológico puede constituir un espejo del acontecer natural puede entenderse como una aberración óptica, en la medida en que lo hay detrás es un proceso de sujeción instrumental a partir de la abstracción espacio-temporal de las características de los organismos. Visto de esta manera, la bioinspiración mimética (oxímoron en sí mismo) pasa a resolverse como una síntesis selectiva, es decir, como una re-interpretación y re-contextualización de lo natural. El problema que se suscita en todo esto es persistir en la creencia de que la naturaleza se muestra tal como es y no bajo los parámetros funcionales de diseño tecno-científico. Valga el ejemplo planteado por J. S. Turner y R. C. Soar (2008) acerca del supuesto funcionamiento termorregulador de los termiteros³². La construcción del edificio *Eastgate Centre* (en Harare, Zimbabwe) se basó en las apreciaciones del arquitecto Mick Pearce sobre las prácticas de regulación térmica y ventilación llevadas a cabo por las termitas africanas (*Macrotermes michaelseni*). Por aquel entonces (entre 1993 y 1996), se consideraba que el sistema de climatización de los termiteros atendía a la combinación de dos efectos bien conocidos: el efecto sifón y el efecto chimenea (flujo inducido)³³. Sin embargo, las investigaciones recientes han venido a descartar el flujo inducido como fenómeno físico aprovechado por estos insectos neópteros para su estrategia de mantenimiento de la temperatura. Por el contrario, se ha concluido que el sistema se ajusta a los parámetros de una ventilación pulmonar. Pues bien, este interesante hallazgo, que puede no incidir substancialmente en la preservación de la eficacia y del principio de sostenibilidad en el diseño arquitectónico, es crucial, sin embargo, en términos epistemológicos. O se ha cometido un fallo de entendimiento, esto es, un error en la captación de lo que nos comunica genuinamente la naturaleza o, por el contrario, se ha producido una orientación diferente en la estrategia de modelización sobre la misma.

Esta problemática en la forma de proceder cognitivamente de la biomimesis, centrada en el ideal de la objetividad mecánica³⁴, se encuentra presente también

en el objeto epistémico resultante. Y es que, más allá de la evocadora imagen de la naturaleza que apuntala la perspectiva biomimética, encontramos una proyección representacional que, además de silenciar y poner en suspenso la compleja trama sociopolítica que condiciona la redistribución de los límites y espacios de sentido, fortalece una toma de posición proclive al mononaturalismo³⁵. Digámoslo con claridad. La concepción de la naturaleza auspiciada desde la biomimesis, pese a que aspira a tal propósito, no tiene un alcance universal. Subyace en ella un régimen ordenador de lo vivo que se ha ido estabilizando históricamente en el horizonte cognitivo de la epistemología occidental. En tal sentido, resulta de gran interés acudir a la antropología comparada (P. Descola, Gísli Pálsson, E. Viveiros de Castro, etc.)³⁶ para tomar conciencia de que las culturas no occidentales no han contado con esta idea en sus narrativas cosmológicas. Dicho de otra manera, la naturaleza no ha sido objeto de su pre-ocupación ya que no ha formado parte del contenido simbólico o del horizonte experiencial de sus tradiciones sapienciales. Del mismo modo, resulta conveniente hacer un repaso a vuelapluma del recorrido histórico transitado por las denominadas ciencias humanas, y especialmente por la etnología, a través de sus diferentes perspectivas teóricas (y aquí cabe aludir, por citar únicamente los clásicos, los trabajos de G. Tarde, D. Sperber, J. G. Frazer, F. Boas, E. Durkheim o M. Mauss) para no pasar por alto el hecho evidente de que la imitación en los contextos socioculturales no occidentales (llámese como se quiera: reflejo automático, magia simpática, homocromía, camuflaje, simulacro, vector de asimilación, psicastenia, figuración analógica...) presenta mecanismos cognitivos y aspectos semánticos, representacionales y simbólicos muy diversos, en extremo complejos y en gran medida distantes de los patrones conceptuales que predominan en la biomimesis.

Es razonable, pues, pensar que la mayúscula transformación conceptual que se anuncia bajo el enfoque biomimético no pasa de ser un eficiente corrimiento interno, un desplazamiento semiótico que no pone en peligro los *a priori* epistémicos occidentales. Y con ello las esporádicas alusiones a los conocimientos tradicionales nativos que se reflejan en la literatura académica centrada en la disciplina biomimética, consideradas aquí como elementos que legitiman una cultura ambiental emergente, acaban integrándose en una lógica implícita de traducción y ajuste a las coordenadas discursivas de la tecno-ciencia moderna. En otras palabras, la eficacia retórica en el mensaje de la propuesta biomimética tiene que ver, en parte, con una reorganización inter-discursiva y una re-significación de la estructura perceptivo-conceptual de la praxis ambiental indígena en los términos fijados por los esquemas epistémicos comprensibles desde occidente³⁷.

No estaremos muy desencaminados si se entiende que la apertura tecnológica de un canal de intercambio entre lo humano y lo no-humano, como resultado de la capacidad de producir una copia o réplica a escala humana de la diversidad

viviente, abre un horizonte inimaginable de posibilidades en el direccionamiento y la estabilidad funcional de la naturaleza. Pero no sólo eso. El acceso, a partir de una lógica perceptiva de transparencia y neutralidad, a la secreta intimidad de lo viviente consolida también un imaginario asociado a lo que Jacques Derrida denominada como “metafórica de la proximidad”³⁸. Contraídas las distancias a través de la puesta en suspenso de cualquier mediación conceptual, siguiendo las presunciones del realismo objetivista, se tiene la impresión de poseer un contacto más íntimo y estrecho con el orden natural. Ciertamente, este abordaje concreto de la realidad natural no sólo atiende a motivaciones epistemológicas, sino que en él cabe vislumbrar un entramado retórico encubierto que despacha los retos de legitimación de la innovación biomimética gracias a la transferencia o apropiación de un imaginario concreto acerca de la naturaleza. De esta forma, se trataría de establecer un nexo gnoseológico reconocible, una equivalencia funcional entre el modo de hacer de lo natural y su contraparte tecnológica para vindicar la existencia de valores o principios socialmente reconocidos del ecosistema natural en el propio artefacto tecnológico. Dicho con otras palabras, la praxis biomimética permite acoger y conservar una impronta natural en la aplicación tecnológica, “biologiza”, por así decirlo, la innovación artificial porque, bajo esta perspectiva, siguen principios de actuación idénticos.

En ese sentido, no deja de resultar ciertamente llamativo que esta re-interpretación del orden natural venga precedida o se geste como consecuencia de una reubicación “novedosa” de los ejes perceptivos. Siendo así, la propuesta biomimética viene a hacer suya la atribución característica de desvanecer aquellas distorsiones ópticas que el paradigma racional de la ciencia moderna había generado en su particular modo de contemplar la naturaleza. Esta mirada renovada con la que se “descubre” la naturaleza parte de la asunción de una actitud intelectual, representada por la *mímesis*, que paradójicamente ha sido central en el desarrollo de la historia epistemológica de occidente. Tan es así que es posible hablar de una lógica mimética (o *mimetología*, según lo planteado por B. Sandywell)³⁹ como la fórmula de aprehensión teórica (bajo el significado antiguo que vincula el término *theorein* al concepto de *contemplatio*) prototípica que ha estructurado la experiencia epistémica occidental⁴⁰. A pesar de ciertos matices, el discurso de fondo que subyace aquí expresa e incluso actualiza un antiguo imaginario del proyecto racional occidental centrado en la factibilidad de trasladar objetivamente al plano teórico y tecnológico lo que de modo genuino constituye la naturaleza.

Ahora bien, en todo este debate no se ha tenido en cuenta la verdadera envergadura histórica del concepto *mímesis*, ya que en su dilatado recorrido (que se extiende ya por cerca de veinticinco siglos), ha adoptado, con el transcurrir del tiempo, múltiples y dispares significaciones (y en no pocas ocasiones contrapuestas), a la vez que ha experimentado prolongados periodos de olvido o desinterés junto a

otros momentos caracterizados por su omnipresencia en el discurso filosófico occidental. Este hecho, a todas luces soslayado bajo el enfoque biomimético, permite concluir que el término *mimesis* escapa a cualquier intento de definición unívoca. No nos vamos a extender en demasía sobre este asunto, pero es posible ilustrar la tradicional opacidad que rodea al sentido de la *mimesis* con el encendido debate suscitado hace unas décadas entre Hermann Koller (1954 & 1980)⁴¹ y Gerald Frank Else (1958)⁴² en relación con la prospección genealógica del término con anterioridad al *Corpus Aristotelicum* y a sus referencias clásicas. Mientras que el primero de estos autores cree identificar un sentido primigenio asociado a la *mimesis* en la idea de “expresión” (esto es, como proyección ético-emocional externa de un contenido espiritual) y no tanto como “copia” o “imitación” (acepción que provendría de Platón -libros II, III y X de la *República*-), el segundo plantea una argumentación contrapuesta al afirmar la no existencia de una doctrina consolidada de la imitación en el periodo pre-platónico y atribuir al concepto tres significados concretos: “actividad mímica”, “imitación” y “replicación”. El carácter polisémico del término es ratificado por Stephen Halliwell (2002)⁴³ quien, sin entrar en esta polémica, sostiene que la variedad del empleo del término es tal que resulta harto complicado trazar un esquema lineal sobre el significado histórico del concepto *mimesis*. De hecho, nos remite a cinco significados distintos, a saber: “representación visual”, “comportamiento imitativo”, “la actuación”, “la imitación vocal” y la “mimesis metafísica”.

Todo este asunto de gran importancia ha sido, sin embargo, ignorado completamente desde el enfoque biomimético, que, más bien, se inclina generalmente por llevar a cabo, en una suerte de “presentismo” histórico⁴⁴, una mera transcripción anacrónica del término *mimesis*. En el mejor de los casos, los únicos intentos de emprender una exploración genealógica del término han venido, precisamente, de la mano de aquellos autores que interpretan el enfoque biomimético de manera más crítica (en este punto hay que destacar los trabajos de Vincent Blok & Bart Gremmen, 2016)⁴⁵, remitiéndose esencialmente a la *mimesis* aristotélica con el objeto de fundamentar una alternativa biomimética que vaya más allá de una relación imitativa con la naturaleza. Esta perspectiva, que sigue los trabajos del filósofo francés Philippe Lacoue-Labarthe (1990 & 1998)⁴⁶ y se hace eco de la reapropiación contemporánea del concepto *mimesis* como objeto central de preocupación filosófica (como así lo atestiguan las aproximaciones de R. Ingarden, H. G. Gadamer, A. Danto, T. W. Adorno, J. Derrida, M. Foucault, N. Luhmann, R. Girard, etc.), re-interpreta la concepción aristotélica de la naturaleza presente en su *Física* como una realidad carencial susceptible de ser complementada tecnológicamente a través de la cualidad productiva, y no sólo reproductiva, de la *mimesis*⁴⁷. Aun cuando esta aproximación exegética excede con creces lo dicho por Aristóteles⁴⁸, presenta la virtud de señalar uno de los “niveles de representación”

de la *mimesis* (de acuerdo a lo expuesto por Erich Auerbach -2006-) ⁴⁹ que quiebra, por extensión, la preconcepción que asocia la biomimesis con una actividad especular de replicación imitativa de lo natural.

Desde este punto de vista, las operaciones cognitivas que se ponen en marcha en la aprehensión conceptual biomimética, revelan de modo implícito una actividad creativa de pre-comprensión e inteligibilidad muy afín a los términos que ha puesto sobre la mesa el filósofo y antropólogo francés P. Ricoeur ⁵⁰. La firme sospecha de una íntima contigüidad entre la *mimesis* y la *poiesis*, lejos de servir únicamente de trasfondo heurístico para comprender la acción tecnológica como un fenómeno de consumación de lo natural, puede ser vista también como un principio de articulación gnoseológica con lo real que posibilita, más bien, un acto de “impulso de la naturaleza más allá de sí misma”. En este tránsito determinante, los parámetros biomiméticos de discernimiento de lo viviente, en una maniobra de oscilación entre lo cercano y lo lejano, remiten a la realidad natural a través de su invención y de su recomposición metafórica ⁵¹. El análisis bajo la perspectiva ricoeuriana (y a este respecto podríamos traer también a colación la metaforología del filósofo alemán Hans Blumenberg ⁵²) de la empresa de indagación y desciframiento de la naturaleza emprendido por la disciplina biomimética presenta la virtud de poder trasponerlo de la vertiente estético-literaria (punto de origen de las exploraciones del filósofo y antropólogo francés) al campo de la modelización científica (Max Black & Mary Hesse) ⁵³.

Contemplado desde esta óptica, el carácter metafórico en la emulación biomimética viene dado porque, al construir un modelo en apariencia descriptivo y denotativo de lo natural, incurre realmente en una estrategia heurística de “re-descripción”. Ciertamente, la incontestable copiosidad de tropos, analogías y catacrexis existentes en el discurso apologético del enfoque biomimético (que identifica la dinámica natural con conceptos tales como mecanismo, sabiduría, obras maestras, computación, creaciones, lecciones, diseños, maquinaria, tecnología, invención, programas, software, códigos, ingeniería, economía, recurso, planos...) ⁵⁴ demuestran que la emulación forma parte del entramado metafórico con el que se substancia la modelización de la naturaleza. En cuanto tal, guía y direcciona el entronque analógico, la juntura ontológica, el laberinto de reflejos especulares que aproximan sutilmente lo natural y lo tecnológico. Y esto no supone exclusivamente un modo particular de observar la naturaleza, sino también cierta conducción pragmática respecto a la misma. De esta manera, emprendiendo un provocativo rodeo a través de la articulación estratégica entre codificación y desciframiento de la estela “algorítmica” que encubre la vida, la biomimesis re-actualiza el mito esplendente en la cosmovisión científica moderna (cuyo origen se remonta, cuando menos, a T. Campanella, Galileo o J. Kepler) acerca de la legibilidad de la naturaleza.

Tras los engranajes de la naturaleza. El diseño biomimético

La fórmula heurística que acentúa la propuesta biomimética entra de lleno en el asunto del punto de anclaje racional, esto es, el trasfondo de sentido desde el que la tecno-ciencia contemporánea re-organiza la intervención operativa en el escenario natural. A resultas de ello, la naturaleza, considerada como un determinante básico y un objetivo prioritario del irrefrenable ímpetu técnico de nuestro presente, se encuentra sometida a una empresa cognitiva concreta de desocultamiento que aspira a fijar correctamente el estado de cosas de lo viviente y, con ello, a instaurar un régimen normativo de apropiación sobre el mundo orgánico. Desde este punto de vista, la biomímesis, a mi entender, se decanta por una particular lectura evolucionista de la naturaleza de la que cabe destacar la eficacia y la eficiencia como dos de los rasgos inherentes que aseguran su auto-preservación en el tiempo. Esta aproximación teleológica de la naturaleza se fundamentaría, *grosso modo*, en la existencia de ciertos patrones de actuación que garantizarían la continuidad del material genético individual a través de la sucesión de miles y miles de generaciones de seres vivos. El destino inevitable de este lineamiento evolutivo de millones de años queda expuesto en la consecución de expresiones morfológicas y funcionales que son altamente significativas por su eficacia y eficiencia a la hora de propiciar un acoplamiento coyuntural con las particulares circunstancias del entorno. A esta tesis parece sumarse la propia J. Benyus cuando, en el pasaje siguiente, afirma lo siguiente:

La biomímesis está descubriendo lo que funciona en el mundo natural y, cosa aún más importante, lo que dura. Después de 3.800 millones de años de investigación y desarrollo, los fracasos han quedado fosilizados y lo que nos rodea es el secreto de la supervivencia. Cuanto más se parezca nuestro mundo al mundo natural, más probable es que seamos aceptados en esta casa que es la nuestra, pero no de nosotros solos⁵⁵.

En consecuencia, todas estas consideraciones nos llevan a barruntar una más que presumible coincidencia, en términos de un epistemología del discurso biológico, entre la perspectiva biomimética y aquel frente programático, muy activo en las últimas décadas, que lleva a cabo una interpretación *sui generis* del principio transformista darwiniano⁵⁶ partiendo de las tesis del adaptacionismo evolutivo⁵⁷. De todo lo anterior se sigue naturalmente que el análisis biomimético retoma, bajo una versión remozada, la problemática del diseño sobre la naturaleza que tanta discusión y controversia ha generado, especialmente desde el siglo XIX, con la archiconocida analogía del relojero concebida por William Paley⁵⁸. Las consecuencias y objeciones de orden metafísico y teológico que, hasta bien entrado el siglo XXI, se han ido gestando en torno a esta conjetura ya clásica por la que

se subsume el ser vivo en el sofisticado mecanismo de un cronómetro, sirven de contexto adecuado para discernir el modo en que la exégesis biomimética acierta a vislumbrar cierto grado de intencionalidad en la actividad de los patrones inteligentes que vertebran el mundo orgánico. No se trata aquí de volver a fundamentar, ya sea bajo los parámetros de la teología natural clásica o del cristianismo crítico, la existencia latente, tras la complejidad del proceso natural, de un plan premeditado pergeñado por una deidad benevolente y racional⁵⁹. Pero tampoco de dar por sentado que el hecho evolutivo sólo puede entenderse como una concatenación contingente. Por el contrario, la biomimesis opta por solventar el problema esencial de la variabilidad en la teoría de la evolución de C. Darwin (que es uno de los problemas claves) asumiendo que el mecanismo de la selección natural es un método de “ensayo y error en todas las direcciones”. Está claro que, con la puesta en escena de esta metáfora, cuya fuerza expresiva es clave para comprender el alto grado de elocuencia del discurso biomimético, se persigue reinterpretar el conocido principio transformista de los seres vivos (que lleva siendo el germen de enconadas disputas en el pensamiento biológico desde 1800⁶⁰) mediante el reconocimiento de una especie de diseño no-planificado cuyo principio rector tiene que ver con el mejoramiento adaptativo a escala planetaria. Visto desde este punto de vista, el mecanismo de la selección consiste en un proceso de mejora continua de la capacidad adaptativa, reflejada en rasgos discretos y específicos, a través de la “investigación ingenieril”.

Esta lectura particular del mecanismo de selección natural, que se presenta de manera paradigmática con la sugerente imagen de un laboratorio de investigación y desarrollo, encierra la tesis de que el transcurso del tiempo, en conjunción con las condiciones del medio natural (que, en este caso, representaría el campo de operaciones y tentativas donde la biomasa altera sus parámetros de adaptación), posee un efecto directo y profundo en el gradual perfeccionamiento morfológico-funcional de los seres vivos. Seamos todavía más precisos en esta idea. Si nos atenemos al relato subrepticio que late en el discurso biomimético (con un tinte marcadamente utilitarista), cabría colegir con cierto fundamento que, en esta fértil correspondencia desde la que se gesta la vida, es precisamente la función la que contiene el principio rector, puesto que, en su realización fáctica, guía el impulso de la morfogénesis y de las variaciones morfológicas. Aquí la forma sigue a la función⁶¹. Digamos más aún. Pese a que los cuadros heurísticos del entramado interactivo del sistema natural despliegan, si cabe, un mayor nivel de profundidad bajo la perspectiva biomimética en comparación con otras interpretaciones más ortodoxas, el ideal último de completar una transposición tecnológica eficaz de lo investigado suscita, en el plano gnoseológico, el desarrollo de una estrategia de detección descontextualizada de ciertas características de animales o vegetales. De esta forma, la historia de perfeccionamiento funcional determinado por la

supervivencia relativa de un ser vivo en un hábitat específico queda compendiada, bajo la observación selectiva biomimética, en la manifestación de una serie de rasgos independientes que inciden sobre la totalidad del organismo. Así, la práctica inspirada biomimética, que tiende indefectiblemente a la consecución ideal de una aplicación “homeotecnológica”⁶², acarrea un mecanismo de evasión de las coordenadas espacio-temporales para establecer, *hic et nunc*, la correlación del rasgo con una función normal, dejando al margen el resto de la historia evolutiva por selección natural de cada espécimen objeto de estudio. Con ello, no sólo se resaltaría la omnipotencia de la selección natural como agente optimizador en el diseño orgánico, sino que también se trae a colación el principio de utilidad como factor causal prioritario en la generación de atributos morfológicos. No nos vamos a extender en este aspecto. Son suficientemente conocidos los ejes por los que se vertebra la crítica fundamentada a esta lectura particular del evolucionismo darwiniano, considerada como epítome arquetípica del paradigma panglosiano (J. S. Gould & R. C. Lewontin, 1979)⁶³. Por un lado, la noción de adaptación bajo este programa, centrado en una concepción atomizada de la dinámica viviente, no responde a la complejidad de niveles bajo los que los organismos se ajustan al entorno (plasticidad fenotípica, procesos “heredables” de adaptación no darwinianos y mecanismos darwinianos convencionales de selección sobre variación genética). Por otro lado, la interpretación que se realiza sobre el poder del mecanismo de selección natural desemboca en una desestimación de hipótesis no adaptativas en la generación de formas (alometría, pleiotropía, retribución material, correlación forzada mecánicamente)⁶⁴.

Ahora bien, si la evolución queda descifrada como una imperecedera indagación que hace uso de una estrategia metodológica afín a la bioingeniería, cabe la posibilidad de ir pasando el poder de direccionamiento del devenir del mundo vital de las manos de la naturaleza al dominio del ingenio humano. Justamente, éste y no otro es el escenario prospectivo que proyecta la propuesta biomimética de J. Benyus. Con el argumento de que el hombre, desde hace milenios, lleva desempeñando un papel protagónico en el mejoramiento genético de plantas y animales, la biomimesis aborda la cuestión de la selección artificial teniendo muy en cuenta los últimos y más recientes avances en la biología de vanguardia, en la medida en que, desde este campo disciplinar, se están preparando las condiciones para un horizonte venidero centrado en la “evolución dirigida”⁶⁵. La capacidad tecnológica para imitar los procesos de la selección natural, ya que en palabras de Benyus “los ordenadores son dispositivos de cultivo de primera”⁶⁶, permiten reorientar la mutabilidad de proteínas y ácidos nucleicos en concordancia con objetivos previamente fijados. De esta forma, en las insólitas y halagüeñas previsiones contenidas en el imaginario biomimético, siguiendo los supuestos de la computación evolutiva, la biocomputación y las nuevas posibilidades que, dentro de la

Inteligencia Artificial (IA), ofrece la simulación de ecosistemas artificiales (no es casual la mención aquí de Michael Conrad, John Holland o de Richard Dawkins), se aspira a maximizar la “utilidad” proveniente de la optimización adaptativa de la naturaleza mediante su exacta traducción a una secuencia algorítmica. Ciertamente es que Benyus sitúa en la propia naturaleza la fuente primordial provisor de elementos para la prefiguración de una solución práctica. Pero, en realidad y a pesar de que toma una postura refractaria al reduccionismo, la transformación en el modo de concebir la naturaleza, el re-dimensionamiento de la biología, supone acceder, mediante ingeniería inversa, a los complejos “estilos computacionales”, todavía en gran parte desconocidos, de la vida.

Lo cierto es que, en esta toma de postura, salen a relucir algunos matices diferenciales respecto a las líneas de pensamiento que encabezan autores como R. Dawkins o D. Denett, en la medida en que la biomímesis articula una unidad coherente de actividad en los procesos homeostáticos a nivel planetario. Este dato cobra, sin duda, especial relevancia por cuanto presupone, en sentido estricto, un metarrelato teleonómico (recogiendo una perspectiva abierta, a mediados del siglo XX, por Ernst Mayr, George C. Williams y Jacques Monod)⁶⁷. De esta forma, se trata de resolver la problemática existente detrás de la depuración funcional en la evolución (selección de lo que funciona y eliminación de lo que no funciona) mediante la remisión a la capacidad autorreguladora y sinérgica de la biosfera terrestre. Tal circunstancia nos lleva a algunas reflexiones de fondo que no es posible dejar de exponer en este punto. En primer lugar, el enfoque biomimético ontologiza, substancializa y reifica la naturaleza desde dos frentes complementarios: 1) re-interpreta y seculariza el argumento del diseño intencional a través del plan divino mediante la transferencia retórica de atributos vinculados con una mente sobrehumana a la propia naturaleza (que se convierte, por lo tanto, en modelo y también en guía); 2) re-define veladamente el papel de la naturaleza, considerada en este caso como el trasfondo y el agente intencional que activa el proceso de optimización evolutiva a escala planetaria.

No resulta extraño, por tanto, que el enfoque biomimético se haga eco y extrapole aquellas tendencias que, a lo largo del siglo XX, fomentan una visión planetaria de la actividad de la materia vital, al modo de un “superorganismo”, como una entidad funcional unificada (E. Suess⁶⁸, V. Vernadsky⁶⁹, J. E. Lovelock⁷⁰). Con ello la modelización tecnológica que se estimula desde el paradigma biomimético, en tanto que trata de enmendar los consabidos trastornos del capitalismo a escala globalizada (sin ir más allá), acoge abiertamente en su *corpus* conceptual la matriz ontológica “holística” de la naturaleza (en los términos fijados por L. Trepl & A. Voigt, 2011; R. Levins & R. Lewontin, 1994), convirtiéndose así en un nebuloso y chocante referente ecológico que, sin embargo, contribuye a articular los consensos socio-políticos contemporáneos.

El universo metaforológico de la biomimesis. En busca de las bases maquinales de la naturaleza

La naturaleza, como concepto, no sólo logra conjurar en su universalismo las diversas atribuciones simbólicas del fenómeno vital que han arraigado profundamente en el heterogéneo universo cultural humano, sino que ha alcanzado una eficacia retórica inusitada en la demarcación del territorio de lo objetivo en la contemporaneidad. Pese a que en su trasfondo semiótico se suceden maniobras soterradas de construcción de sentido que dan al término un carácter ambiguo y escurridizo, mantiene sin embargo una pátina de neutralidad y transparencia que le hace presentarse como el sustrato pre-ideológico fundante de la tradición epistemológica occidental. Desde este punto de vista, no han sido ni mucho menos excepcionales, en estos últimos años, los discursos críticos, ya sea en el campo de la filosofía, de la antropología o en el de la ecología política (y aquí podemos hacer mención a autores tales como B. Latour⁷¹, T. Morton⁷², S. Žižek⁷³, E. Swyngedouw⁷⁴, Y. Stavrakakis⁷⁵, etc.) que han detectado en ello una maniobra política por antonomasia. La radical desustancialización del componente cultural (R. Ellen & K. Fukui, 1996⁷⁶), el eficaz velamiento de la genealogía constructiva que da fundamento a la categoría “naturaleza” deja fuera a ésta de los espacios prototípicos del debate colectivo (tanto en el ámbito académico como en los foros en los que se condensan las lógicas de institucionalidad) y le hace, aparentemente, inmune a las relaciones y maniobras que se prodigan en los regímenes del poder contemporáneo. Lo natural, como una realidad que se impone, se sitúa más allá del radio de atención reflexiva humana. Queda reducido a una inmanencia inexplorada que, sin embargo, constituye el anclaje elemental de la existencia y de toda elaboración gnoseológica. Ahora bien, este velado juego de apariencias y enmascaramientos, que da cuenta del contexto históricamente situado en el que se desarrolla, cumple sus metas de ordenación de la realidad a través de la potencia metonímica que atesora el concepto de naturaleza.

En relación con ello, no es posible soslayar la efectividad demostrada, en términos retóricos, desde la perspectiva biomimética a la hora de dar impulso a un modelo de operatividad tecnológica mediante la incuestionable versatilidad metafórica de la naturaleza. La imagería nuclear de la biomimesis atiende a la correspondencia fraguada con la representación maquinale, y sus versiones adyacentes del ingeniero y del laboratorio de I+D, para deslizar la evocación de una línea de continuidad entre la técnica humana y los ciclos naturales. La decidida inmersión en las profundidades de la naturaleza, a diferencia de lo hallado por el escritor y naturalista estadounidense H. D. Thoreau en sus travesías por las Montañas Blancas de Walden Pond, Quebec o la región de los Grandes Lagos, lleva a los apologetas de lo biomimético a desentrañar un orden regulativo maquinale (en lo

referente a los procesos de auto-organización, en las acciones adaptativas, en las fases emergentes o en las estrategias de resiliencia). La “naturalización” del hecho tecnológico, imbricado en un credo ambientalista hasta cierto punto ambivalente, resulta, en el fondo, una proyección especular de la razón tecnocrática. La vida, como fenómeno puesto en el punto de mira de la tecno-ciencia de vanguardia (S. Helmreich⁷⁷), se ve expuesta a una voluntad de saber destinada a la acción (P. Schyfter⁷⁸) y, en última instancia, a la fabricación de un dominio ontológico inédito (S. Roosth)⁷⁹.

En tal sentido y teniendo en cuenta todo lo dicho, no debe extrañar que la biomimesis pueda ser considerada como verdadera legataria del relato mítico en torno al fértil universo de sentido atribuido a la metáfora maquinale que, autores como L. Mumford, han situado en el centro de la cosmovisión occidental desde los siglos XVII y XVIII. Frente a lo que en un plano superficial pudiera darnos a entender, la perspectiva biomimética, con su encendido énfasis por la redención ecológica a partir del potencial operativo del correlato tecnológico, viene a apuntalar lo que M. H. Nicolson denomina la “muerte de la Tierra”⁸⁰ en cuanto que certifica el declive de la idea que asocia a la naturaleza con lo “orgánico”. En la cultura tecnológica del siglo XXI en la que nos hallamos, la semiótica que irrumpe en el discurso biomimético, plagado de notables referencias a lo maquinale, a la fábrica, al dispositivo de ingeniería o, incluso, a los métodos de exploración, ensayo y experimentación del laboratorio de I+D⁸¹, resulta sumamente convincente como eje heurístico desde el que interpretar la naturaleza. Cabe precisar, con todo, que el modelo maquinístico que evoca el corpus analógico de la biomimesis contiene elementos gnoseológicos que se alejan de modo substancial de la filosofía mecanicista renacentista o, incluso, de la propia cultura mecánica que irrumpe con todo su esplendor en el pensamiento occidental allá por el siglo XVII. El biólogo teórico R. Rosen (2000) ha contextualizado históricamente los cambios experimentados en el concepto de naturaleza a lo largo del tiempo y sostiene que la metáfora maquinale asociada a los organismos se cimienta sobre dos pilares característicos: la emergencia de la biología molecular y el crecimiento de las tecnologías⁸². Por lo tanto, cabe afirmar que el arquetipo maquinale que evoca la biomimesis contiene algunos aspectos inéditos y matices interpretativos distintos en lo que respecta al “re-descubrimiento” *sui generis* de la naturaleza llevado a cabo por aquellas ciencias que, en la actualidad, se organizan en torno a la bio-ingeniería. La inflexión mecanicista con la que se guía la exploración de los sistemas orgánicos o los ecosistemas ha logrado un nivel de sofisticación descriptiva inédito hasta el presente, debido sin duda al avance en las escalas y en los niveles de profundidad perceptiva generados por la ingeniería aplicada al campo de la vida a la hora de modelizar y diseñar las estructuras y funciones de los sistemas biológicos. Ni que decir tiene que lo que se constata aquí es una diferencia de grado⁸³. En otras palabras, no se

detecta ningún atisbo de quiebra o ruptura en términos epistemológicos respecto al modo clásico en que se ha “fabricado” la naturaleza desde la cosmovisión mecánicista occidental. La formidable audacia de la ciencia moderna sigue descansando, en gran medida, en su empeinado intento de “conquistar la naturaleza”⁸⁴. Visto bajo esta perspectiva, la biomimesis, al movilizar la analogía maquinal, se transforma en una expresión subliminal de la racionalidad económica dominante que se sirve de los procesos de abstracción tecno-científica para ahondar en la capitalización de la naturaleza⁸⁵.

Por otro lado, la resistencia a abandonar la metáfora de la máquina, aunque se esté haciendo alusión a un prototipo que asume la complejidad natural o un espacio de ensayo experimental recurrente, no atendería al hecho de someterse rigurosamente a los mecanismos heurísticos de los que dispone la ciencia actual para describir la realidad natural. En este asunto cabe entrever otras motivaciones. Cierrtamente, es creciente la posición refractaria en el campo de la biología o de la filosofía de la biología (y aquí podemos destacar a autores como K. Baverstock, D. Nicholson, A. Gauger, S. Talbott) a utilizar la imagen de la máquina como instrumento descriptivo del funcionamiento real de la vida ya que, más allá de ciertas entelequias con significativo éxito en el terreno de la divulgación científica, se incurre en un reduccionismo manifiesto. La figuración en la que se expresa el hecho tecnológico en la narrativa biomimética nos traslada a otro orden de análisis. Como instanciación antropomórfica del mundo natural, pone encima de la mesa ciertos problemas sobre la naturaleza de lo tecnológico (ligados, más bien, a la antropología física) en tanto que fenómeno que, no sólo se asocia a la evolución de la inteligencia humana, sino que remite también a la controversia, permanente en el tiempo, acerca de la integración innata o, por el contrario, a la escisión ontológica del hombre en relación con la naturaleza. No vamos a entrar siquiera de manera somera en discusión que, sin duda, nos llevaría lejos por los hitos más destacados de reflexión sobre la naturaleza de lo tecnológico (desde K. Marx a la Sociedad Alemana de Ingenieros -*Verein Deustcher Ingenieure*- con E. Kapp o F. Dessauer, desde J. Ortega y Gasset a M Heidegger, desde L. Mumford a J. Ellul, desde L. Winner al enfoque de sistemas de T. Hughes, desde el enfoque Actor-Red -con B. Latour y M. Callon- al enfoque SCOT -con T. Pinch o W. Bijker-). Lo que se afirma aquí es que la necesidad perentoria de esta reflexión, expresada de manera más precisa en la posibilidad de gestar una especie de prácticas homeotecnológicas (P. Sloterdijk)⁸⁶ en un horizonte biopolítico posthumanista, se elude de modo taxativo en las teorizaciones que dan fundamento al enfoque biomimético. Dicho de otra manera, se da por supuesta la neutralidad constitutiva del fenómeno tecnológico, frente a un enfoque perspectivista e históricamente situado, y con ello queda zanjada cualquier controversia que supondría, por extensión, abordar las bases sociopolíticas, económicas e ideológicas sobre las que se sustenta la biomimesis.

No obstante, es innegable que el proyecto biomimético desliza subrepticamente una concepción de lo tecnológico muy concreto que tiene su fundamento en un marcado dualismo⁸⁷. La clave aquí no es materializar una aproximación de horizontes entre lo natural y lo tecnológico (lo que vendría a corregir cierta presunción errónea en la metafísica clásica occidental sobre la tecnología y las condiciones bio-antropológicas del hombre), sino llevar a cabo una reformulación operativa de la práctica tecnológica a partir los principios formativos e interactivos del orden natural. La plena confianza en la posibilidad de un desarrollo alternativo de lo tecnológico como mecanismo principal para resolver los problemas de fondo que asolan en la actualidad al hombre a escala planetaria, sitúan al enfoque biomimético en la línea del determinismo tecno-optimista. La tecnología se presenta aquí como un criterio que demarca a la naturaleza y expone sus limitaciones. La naturaleza, de esta forma, se ve sobrepasada, perfeccionada a través del componente suplementario⁸⁸ que alberga la tecnología biomimética. No se trata de reproducir o conseguir capacidades o funciones similares a las mostradas en la naturaleza, sino ir más allá y alcanzar un campo de realización o de mejoramiento (*bioenhancement*) humano inédito⁸⁹. No es posible, en consecuencia, dejar de advertir las conexiones o, por lo menos, las cercanías de propósito entre la biomimesis y las corrientes de pensamiento asociadas al posthumanismo o extropianismo⁹⁰. En suma, la biomimesis, a la espera de que se alcance esa venidera “singularidad tecnológica” (dicho de otra forma, el advenimiento generalizado de la inteligencia artificial) anunciada por el científico de la computación R. Kurzweil⁹¹, pone sobre la mesa el encendido debate sobre las nuevas estrategias de adaptación que se asoman por el horizonte futuro de la especie humana mediante la probabilidad de un auto-diseño artificial cuyo nivel de complejidad equivalga o, incluso, aventaje a la organización compleja desplegada por la naturaleza desde aquel remoto periodo en que los primeros signos de vida afloraron sobre la Tierra.

Conclusión

De todo lo esbozado con anterioridad, cabe inferir que el imaginario biomimético se está instalando de manera paulatina en ciertos protocolos de actuación de las tecno-ciencias de vanguardia, lo que ha desembocado en la internalización de un acervo representacional en torno a la naturaleza compatible con las pretensiones operativas del desarrollo tecnológico contemporáneo. Sin caracterizarse como una ciencia *stricto sensu* (coincido en este extremo con el biólogo francés Gilles Bœuf), la biomimesis se presenta como una constelación de planteamientos teóricos y valorativos sobre la vida que, aunque no están en absoluto exentos de contradicciones intrínsecas (en términos epistemológicos e incluso éticos), po-

seen una potencia retórica de convencimiento y de persuasión incuestionables. Tal circunstancia resulta hasta cierto punto inquietante, ya que entraña una aproximación tan ambigua a la biodiversidad que puede hacernos caer en la ofuscación del espejismo: creer atisbar una realidad sólida en lo meramente ilusorio o en lo inexistente.

Ante este escenario concreto, resulta hasta cierto punto comprensible llevar a cabo un profundo cuestionamiento sobre la capacidad efectiva del enfoque biomimético para condicionar el direccionamiento axiológico de la praxis tecno-científica contemporánea. Este hecho es realmente sintomático y desvela cómo la biomimesis, lejos de constituir una herramienta útil para proporcionar circunspección y conciencia a la deriva marcadamente instrumentalista de la tecno-ciencia occidental, puede por el contrario servir para divisar en la actividad natural de los ecosistemas que se distribuyen a lo largo y ancho del mundo los últimos horizontes epistémicos a los que aplicar, hasta el agotamiento, el principio de utilidad de acuerdo a la lógica competitiva del mercado a escala global.

Y es que la mirada verdaderamente transgresora, revolucionaria, lo que tal vez pueda redimir a este planeta de las graves amenazas que ponen en riesgo la existencia de todo ser viviente consiste inevitablemente en atisbar (y aquí me acojo a lo dicho por N. Ordine²) la discreta hondura de sabia y fascinante “inutilidad” que atraviesa y colma el *mundus naturalis*.

Il n'y a de vraiment beau que ce qui ne peut servir à rien
Théophile Gautier. *Préface de Mademoiselle Maupin* (1835)

NOTAS

¹ Se trata de uno de los primeros y más destacados ensayos dedicados a la ciencia astronómica escritos en lengua vernácula, concretamente en francés, en el que podemos hallar un ejercicio de popularización y divulgación de las ideas del filósofo, matemático y físico francés René Descartes en relación con el mecanicismo y del monje astrónomo polaco Nicolás Copérnico en relación con el heliocentrismo. La obra, publicada en 1686 (con la edición de Veuve de Claude Blageart), obtuvo un éxito sin precedentes y es considerada una de las referencias prototípicas del periodo ilustrado.

² Fontenelle, B. B. (1982). *Conversaciones sobre la Pluralidad de los Mundos*. Madrid: Editora Nacional, p. 72. Primera edición: (1686). *Entretiens sur la pluralité des mondes*. Paris: Vve C. Blageart.

³ No en vano, Bernard Le Bovier de Fontenelle se iba a posicionar decididamente a favor de superar los lastres del pasado y de renovar la experiencia del mundo en la célebre querrela de los antiguos y de los modernos que se suscitó, en un primer momento en el seno de la Academia Francesa, a finales del siglo XVII y principios del XVIII.

⁴ “La filosofía natural está escrita en ese grandísimo libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto”. Galileo Galilei (1984). *El ensayador*. Madrid: Sarpe, p. 61.

⁵ Véase al respecto, Toulmin, S. (2001). *Cosmopolis. El trasfondo de la modernidad*. Barcelona:

Península; Feyerabend, P. (2013). *Filosofía Natural*. Buenos Aires: Debate; Mumford, L. (2016). *El pentágono del poder. El mito de la máquina*. Logroño: Pepitas de Calabaza; Tarnas, R. (2016). *La pasión de la mente occidental. Para una comprensión de las ideas que han configurado nuestra visión del mundo*. Girona: Ediciones Atalanta.

⁶ La ametropía es un defecto o anomalía de refracción ocular congénito que afecta al enfoque adecuado de la imagen en la retina y que puede ser corregido mediante el uso de lentes correctoras. Las principales ametropías esféricas son la miopía, la hipermetropía y el astigmatismo. Bajo esta perspectiva y haciendo uso de esta analogía, la biomimesis, como revelación especular del comportamiento natural, se reivindica como un ideal en la representación genuina del comportamiento vital.

⁷ Hacemos referencia, claro está, al célebre apotegma heraclíteo (Diels Kranz 22, B123). Para un conocimiento más exhaustivo de la compleja cosmovisión del filósofo de Éfeso, no es posible dejar de mencionar las siguientes obras que considero fundamentales: Diels, H. y Kranz, W. (1951-1952). *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Berlín: Weidmann; Kirk, G. S. & Raven, J. E. (1987). *Los filósofos presocráticos*. Madrid: Editorial Gredos.

⁸ El análisis sobre la genealogía de estos términos y su asentamiento histórico en la cultura occidental excede con creces el alcance de este texto. Para dirimir, por ejemplo, el sentido último de *bios* es preciso remitirnos, al menos, a las obras de M. Foucault, G. Agamben, H. Arendt, L. Dubreuil, J. Finlayson. El interés adicional aquí estriba, además, en que es posible entrever nexos evidentes de conexión entre la praxis biomimética y las estrategias biopolíticas contemporáneas (desde los albores del siglo XX, con Rudolph Kjellen a la cabeza, hasta la actualidad). Por otro lado, la equívocidad ínsita y la oscuridad sobre la etimología del término *mimesis* ha suscitado enconados debates en el campo de la filología, como el mantenido por H. Koller y G. Else, en torno a su contenido semántico. Más prudente, en ese sentido, parece la postura mantenida por P. Woodcruff o S. Halliwell, a pesar de que éste último autor atribuye cinco usos distintos a este concepto. En el siguiente apartado nos detendremos brevemente sobre este asunto.

⁹ Estos autores, partiendo de la interpretación de Aristóteles acerca de la *mimesis* (contenida en su celebrísima *Física*) y su relación, representativa o productiva, con la naturaleza, aciertan a distinguir dos planteamientos opuestos en la biomimesis: una perspectiva fuerte (la que personifica Janine Benyus, fundadora del *Biomimicry Institute*) y una perspectiva débil (representada por Joanna Aizenberg, codirectora del *Instituto Kavli de Ciencia y Tecnología BioNano* de la Universidad de Harvard). Véase al respecto, Blok, V. & Gremmen, B. (2016). Ecological innovation: Biomimicry as a new way of Thinking and Acting Ecologically. *J Agric Environ Ethics*, 29, pp. 203–217.

¹⁰ “The introduction of the label *ecomimicry* is not intended as a launch of a grand new philosophy and practice of technology, it merely acts as a categorisation system that delineates between practices of mimicking nature that are not particularly socially and environmentally responsible (*biomimicry*) and practices of mimicking nature that aim to be environmentally sensitive and socially just (*ecomimicry*)”. Marshall, A. & Lozeva, S. (2009). Questioning the Theory and Practice of Biomimicry. *Int. J. of Design & Nature and Ecodynamics*, Vol. 4, No. 1, p. 7.

¹¹ Jonathon Keats, filósofo experimental y artista conceptual estadounidense, pone el acento crítico en el carácter unidireccional de la transferencia tecnológica auspiciada por el enfoque biomimético. Si se parte del “conocimiento” existente en la esfera orgánica para suscitar su traducción aplicativa a la sociedad humana, la biomimesis, entendida de esa manera, se encuadra en una lógica de expropiación y saqueo del mundo natural. Resulta necesario, por tanto, una re-distribución efectiva del impacto tecnológico que compense al resto de los seres vivos y los hábitats naturales del estado de destrucción al que ha abocado el avance del homo technologicus. Véase al respecto, Keats, J. (2017). *The Reciprocal Biomimicry Initiative*. San Francisco: Blurb, pp. 56-62.

¹² No es casual en modo alguno la utilización de esta noción, propuesta por primera vez en 1904, aunque con un sentido algo diferente, por el zoólogo alemán Richard Wolfgang Semon (*Die*

Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens), para referirse a la biomimesis, en la medida en que responde a ciertos intentos de “biologización de la cultura” establecidos por autores sobradamente conocidos como Richard Dawkins, acuñador del neologismo, o Daniel Dennett, Derek Gatherer, F. Ted Cloak, J. M. Cullen, Robert Aunger, Elan Moritz o Aaron Linch, para explicar la transmisión y evolución cultural del mismo modo en que se desencadena la replicación genética. No pasa desapercibido tampoco que dicho objeto cultural, entendido como una unidad discreta de información socialmente aprendida y transmitida, se replique por una acción mimética. Véase al respecto, Dawkins, R. (1993). *El gen egoísta. Las bases biológicas de nuestra conducta*. Barcelona: Salvat.

¹³ Se considera que Janine M. Benyus (1958-...), cuya obra se ha convertido en una referencia de consulta esencial a este respecto, es la divulgadora más reconocida en la actualidad de aquella disposición del ser humano, que se pierde en la noche de los tiempos, hacia la especulación o la indagación productiva, con base en el aprendizaje y la emulación de la “sabiduría” atesorada por la naturaleza. Véase al respecto, Benyus, J. M. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores.

¹⁴ El nacimiento de la biofísica, término introducido por el matemático y bioestadístico inglés Karl Pearson en 1892 en su obra *The Grammar of Science*, coincide con la introducción de los principios de la física newtoniana al campo de la biología, de la fisiología o de la medicina. El punto de arranque tiene que ver con los trabajos pioneros llevados a cabo, en torno a 1847, por parte de destacados científicos alemanes (Ernst Heinrich Weber, Richard von Volkmann, Hugo von Ziemssen, Julius Bernstein, Johannes Müller, etc.) agrupados en torno a la Escuela de Fisiología de Berlín. En un paso más allá, a mitad del siglo XX surge un nuevo campo derivado de la aplicación de los avances, técnicas e ideas de la ingeniería para la creación de productos o el control o modificación de sistemas biológicos. El científico británico Heinz Wolff denominó por primer vez en 1954 a este campo como bioingeniería.

¹⁵ En oposición a la apatía y menosprecio con que A. Koyré aborda el papel de F. Bacon en el avance de la ciencia, L. Mumford atribuye a su obra el mérito de llevar a cabo la justificación pragmática más poderosa para estimular el conocimiento técnico. Véase al respecto, Mumford, L. (2016). *El pentágono del poder. El mito de la máquina*. Logroño: Pepitas de Calabaza, pp. 171-206; Funari, A. J. (2011). *Francis Bacon and the Seventeenth-Century Intellectual Discourse*. New York: Palgrave Macmillan.

¹⁶ Con este concepto aludimos a una corriente de pensamiento reciente en el campo de la historia y de la filosofía de las ciencias que subraya el carácter histórico, expresado en estrategias desiguales que se suceden en el tiempo de organizar el conocimiento y las prácticas científicas, de los propios contenidos epistemológicos. Desde este punto de vista, se utiliza de forma consciente este enfoque (en el que también caben conceptos afines como el de “surgimiento”, “disolución” o “desaparición”) con el objeto de impugnar el valor heurístico del descubrimiento en la particular afiliación cognitiva con la realidad natural que establece la biomimesis. Véanse al respecto, los trabajos de I. Hacking, J. Renn, H. J. Rheinberger, P. Galison, S. Schaffer, entre otros. A modo de introducción en la materia, recomendamos sin duda la obra pionera de Daston, L. (2000). *Biographies of Scientific Objects*. Chicago & London: Chicago University Press.

¹⁷ Es a través, fundamentalmente, de las rupturas desatadas por G. Cuvier y C. Darwin, cómo la vida, en tanto que realidad ontológica singular, accede a la visibilidad. Véase al respecto, M. Foucault: “*Se quieren hacer historias de la biología en el XVIII pero no se advierte que la biología no existía y que su corte del saber que nos es familiar desde hace más de ciento cincuenta años, no es válido en un periodo anterior. Y si la biología era desconocida, lo era por una razón muy sencilla: la vida misma no existía*”. Foucault, M. (1990). *Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas*. Madrid: Siglo XXI, p.128.

¹⁸ La confusión del manejo en los entramados clasificatorios como si fueran objetos empíricos

directos es objeto de una virulenta crítica por parte, entre otros, de B. Latour, que lleva a inferir la existencia, en el fondo, de una crisis de objetividad (muy especialmente, vinculada a la ecología política) que nada tiene que ver con la propia naturaleza. En ese sentido, la identificación de lo natural en lo pre-reflexivo contribuye a abrir un quiasmo insuperable con respecto a su dimensión política. En vez de re-pensar el mundo socio-político se opta por una intervención tecno-científica. Véase al respecto, Latour, B (2004). *Politics of Nature: How to Bring the Sciences into Democracy*. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 10-42.

¹⁹ Entiendo que la retórica del discurso biomimético enmascara el mecanismo de la selección natural en un nuevo escenario, afín a los esquemas representacionales de la tecno-ciencia contemporánea, donde la vida lleva a cabo un constante proceso de ensayo y error. La adaptación funcional se convierte, así, en el factor causal de la dinámica y variabilidad orgánica. Sin duda, este planteamiento contraviene la creencia, arraigada incluso en el periodo de irrupción de la teoría darwiniana, acerca de la innata heterogeneidad de la evolución y del hecho de que, en realidad, la selección natural no produciría variabilidad, sino que preservaría las variaciones. Véase al respecto, Galera, A. (2010). La omnipresente selección natural. *Endoxa: Series Filosóficas*, n° 24, pp. 47-60.

²⁰ Radder, H. (1996). *In and About the World. Philosophical Studies of Science and Technology*. New York: State University of New York, p. 1.

²¹ Esta perspectiva viene a coincidir, en esencia, con algunos presupuestos epistemológicos nucleares desarrollados en la obra del filósofo francés G. Canguilhem relativos a la radical inadecuación entre lo viviente y el pensamiento. La empresa de hacer inteligible lo vital, como realidad original e irreductible, desde una aproximación teórica concreta no puede agotar, ni mucho menos, aquello que se aprende conceptualmente y demuestra, además, los límites reales del conocimiento biológico. Véase al respecto, Canguilhem, G. (1992). *La connaissance de la vie*. Paris: Vrin, pp. 10-15.

²² A grandes rasgos, cabe definir la condición post-biológica como un estado venidero de superación del paradigma biológico a través de la convergencia tecnológica. Este escenario de futuro ha sido recreado y anticipado en los últimos tiempos por los adalides del pensamiento transhumanista contemporáneo (H. Moravec, R. Kurzweil, S. Dick, D. Pearce, N. Bostrom y otros). Más adelante hacemos referencia a la llamativa vinculación entre la biomimesis y ciertos planteamientos del transhumanismo.

²³ “ (...) although we cannot definitely assert that life is a mechanism until we know more exactly what we mean by the term mechanism as applied to organic corpuscles, there still seems little ‘doubt that some of the generalisations of physics-notably the great principle of the conservation of energy-do describe at least part of our perceptual experience of living organisms. A branch of science is therefore needed dealing with the application of the laws of inorganic phenomena, or Physics, to the development of organic forms. This branch of science which endeavours to show that the facts of Biology -of Morphology, Embryology and Physiology- constitute particular cases of general physical laws has been termed Aetiology. It would perhaps be better to call it Bio-physics”. Pearson, K. (1911). *The Grammar of Science*. London: Adam & Charles Black, p. 588.

²⁴ Schmitt, O. Some Interesting and Useful Biomimetic Transforms. Proceeding, *Third International Biophysics Congress*, Boston, Mass., Aug. 29-Sept. 3, 1969, p. 297.

²⁵ De acuerdo con esta autora la biomimesis se funda en tres principios básicos: *La naturaleza como modelo*. La biomimesis es una nueva ciencia que estudia los modelos de la naturaleza para imitar o inspirarse en los diseños o procesos biológicos para resolver problemas humanos; *La naturaleza como medida*. La biomimesis se vale de un estándar ecológico para juzgar la ‘corrección’ de nuestras innovaciones; *La naturaleza como mentor*. La biomimesis es una nueva manera de contemplar y valorar la naturaleza”. Benyus, J. M. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores, p. 13.

²⁶ H. A. Gleason (1882-1975) desarrolla su hipótesis individualista de la sucesión ecológica y con ello cuestiona los planteamientos de F. E. Clements sobre la interrelación y distribución asociativa

de las especies. Este enfoque, que quedó en el olvido hasta los años cincuenta del siglo XX (cuando es retomado por especialistas como Robert Whittaker y John T. Curtis), permite un estudio estadístico eficaz del asentamiento espacial de especies vegetales a partir del azar matematizado. Véanse al respecto: Gleason, Henry A. (1917). *The Structure and Development of the Plant Association*. *Bull. of the Torrey Bot. Club* 43: 463-481; Gleason, Henry A. (1922). *On the Relation between Species and Area*. *Ecology* 3(2): 158-162.

²⁷ La teoría de F. E. Clements (1874-1945) sobre el “estado climático” en relación con el desarrollo vegetal va a dominar los principios epistemológicos de la ecología durante las primeras décadas del siglo XX. Se entendía que los vegetales se asociaban como una unidad interdependiente (similar a un organismo) y alcanzaban así una estabilidad basada también en la cooperación (mutualismo) y no sólo en la competencia.

²⁸ Véase al respecto, Han, B-C. (2013). *La sociedad de la transparencia*. Barcelona: Herder.

²⁹ “Thus, while biomimicry reproduces the Cartesian dualisms that it claims to overcome, it conceals this in order to maintain (n)ature as an ontologically distinct and pristine domain divorced from human society- which it can then look to as an alternative source for (intuitive) design concepts and principles”. Fisch, M. (2017). *The nature of Biomimicry: toward a novel technological culture*. *Science, Technology, & Human Values*, 42 / 5, pp. 795-821.

³⁰ Hacemos nuestra la terminología empleada por K. R. Popper, cuyo abordaje crítico a los postulados del empirismo (sintetizados en el principio de inducción) es del todo punto conocida. Para una introducción general a la obra del filósofo austriaco, véase Miller, D. (Comp.) (2013). *Popper: escritos selectos*. México D. F.: Fondo de Cultura Económica.

³¹ Si prestamos atención a la reflexión deconstructiva derridiana sobre la metafísica de la verdad y de la presencia que acompaña a la *mimesis* desde Platón, encontramos cierta propensión al escepticismo respecto a la existencia de una referencia original que oriente la significación representacional y articule de modo equilibrado la relación signo-realidad. Por el contrario, J. Derrida, en su recorrido analítico por la estética kantiana, plantea más bien que bajo la *mimesis* se oculta una relación productiva de intercambio analógico. Derrida, J. (1975). *Economimesis*. En Agacinski, S.; Derrida, J.; Kofman, S.; Lacou-labarthe, Ph.; Nancy, J. L.; Pautrat, B. (eds.). *Mimesis-Desarticulations. La philosophie en effet*. Paris: Aubier-Flammarion.

³² “For the past several years, we have been studying the structure and function of the termite mounds that inspired Mick Pearce. In the process, we have learned many things, among them something quite remarkable: the Eastgate Centre is modelled on an erroneous conception of how termite mounds actually work. This is not intended to be a criticism, of course: Pearce was only following the prevailing ideas of the day, and the end result was a successful building anyway. But termite mounds turn out to be much more interesting in their function than had previously been imagined”. Turner, J. S., & Soar, R. C. (2008, May). *Beyond biomimicry: what termites can tell us about realizing the living building*. In First International Conference on Industrialized, Intelligent Construction at Loughborough University.

³³ Como es bien sabido, estos dos efectos, que permiten la introducción en la arquitectura bioclimática de sistemas de ventilación natural inducida, se han utilizado en los últimos tiempos para mejorar el confort térmico y reducir el gasto energético de edificios eficientes. Se parte aquí del principio físico de que la masa de aire más caliente posee menor densidad y asciende por convección natural, de acuerdo a la diferencia de densidades y temperaturas, sobre la porción más fría (ya que ésta ejerce una presión ascensional).

³⁴ La objetividad mecánica es un concepto utilizado por L. J. Daston y P. Galison para describir un paradigma intelectual, un ideal científico que se pone en marcha en el siglo XIX y que exhorta a centrarse en el conocimiento obtenido de la operatividad reproductiva sobre la realidad, a la vez que se mitiga o reprime la dimensión subjetiva en el acto del conocer. De esta forma, el científico tan sólo debe limitarse a observar y escuchar lo que la naturaleza “muestra” y “dice”. Véase al respecto,

Daston L. J. & Galison, P. (2007). *Objectivity*. New York: Zone Books, pp. 121-125.

³⁵ No corresponde aquí entrar a desgranar en detalle la acerada crítica de B. Latour sobre las estrategias subterráneas que nutren, a lo largo de la historia de occidente, el constructo epistémico de la naturaleza y su efecto decisivo en la apertura de un desgarramiento ontológico y político entre la ciencia y la sociedad. Tan sólo indicaremos que esta concepción idealizada y con pretensiones universalistas se extiende, no sólo en las diferentes versiones de la ecología política contemporánea, sino también en aquellas propuestas más perspectivistas que asumen la diversidad cultural. Bajo esta óptica, considero que la biomimesis no marca distancias a este respecto y asume, en su configuración conceptual, el precepto etnocéntrico que subyace bajo esta instancia trascendente y absoluta. Latour, B. (2004). *Politics of Nature: How to Bring the Sciences into Democracy*. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 9-52.

³⁶ “Todas las sociedades admiten la existencia de pequeños trozos de naturaleza, si se puede decir, pero sólo en el moderno Occidente se da a la oposición entre naturaleza y sociedad, una función rectora dentro de su cosmología. Para escapar al etnocentrismo de esta dicotomía, parece preferible plegarse hacia una distinción menos cargada de implicaciones filosóficas, morales y epistemológicas; aquellas entre humanos y no-humanos”. Descola, P. (2002). La antropología y la cuestión de la naturaleza. En Palacio, G. & Ulloa, A. (Eds.). *Repensando la naturaleza. Encuentros y desencuentros disciplinarios en torno a lo ambiental*. Leticia: Universidad Nacional de Colombia, p. 159.

³⁷ En el libro de Janine Benyus podemos localizar contadas alusiones a las culturas nativas o ancestrales (apenas una mención preliminar a un líder guaraní y escasas referencias a cazadores koyukón, nativos de Alaska o tribus africanas) mientras que abundan los desarrollos provenientes de campos como la biología, agronomía, bioquímica, ingeniería o antropología. A pesar de este llamativo desequilibrio epistemológico, la autora está persuadida de que “los nativos americanos no tendrían inconveniente en aceptar la biomimesis”. Benyus, J. M. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores, p. 228.

³⁸ Con este concepto J. Derrida expresa sus reservas o, más bien, su distanciamiento en relación con la depuración fenomenológica del ser instanciada por M. Heidegger para alcanzar la cosa misma. Véase al respecto, Derrida, J. (1993). *La deconstrucción en las fronteras de la filosofía. La retirada de la metáfora*. Barcelona: Paidós & Universidad Autónoma de Barcelona.

³⁹ Sandywell, B. (1996). *Reflexivity and the Crisis of Western Reason. Logological Investigations*. London & New York: Routledge, Vol. 1, p. 102.

⁴⁰ M. Heidegger explica en *Ciencia y Meditación* (exposición contenida en *Vortrage und Aufsätze*) el modo en que se transformado el significado de *theoria* a lo largo del tiempo, desde sus orígenes en los que se pone el énfasis en identificar las causas de lo que se nos hace presente hasta desembocar en una idea de contemplación en la que se incluye la separación de la cosa para situarla en un marco ontológico mensurable de seguridad. De ahí que Heidegger asocie esta última acepción a la ciencia y haga referencia al dictum de Max Planck: “Es real lo que se deja medir”. Heidegger, M. (1997). *Filosofía, ciencia y técnica*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, pp. 149-181.

⁴¹ Véase al respecto, Koller, H. (1980). Mimesis. En Ritter, J., Grunder, K. y Gabriel, G. (eds.). *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Vol. 5, pp. 1996-1999. Darmstadt: Schwabe; Koller, H. (1954). *Die Mimesis in der Antike*. Bern: Francke.

⁴² Else, G. F. (1958). Imitation in the Fifth Century. *Classical Philology*, LIII (2), 73-90.

⁴³ Halliwell, S. (2002). *The Aesthetics of Mimesis. Ancient Texts and Modern Problems*. Princeton-Oxford: Princeton University Press.

⁴⁴ El término procede de los estudios sobre la articulación del pasado, presente y futuro desarrollados por el historiador francés François Hartog. Véase al respecto, Hartog, F. (2007). *Regímenes de historicidad: presentismo y experiencias del tiempo*. México D. F.: Universidad Iberoamericana.

⁴⁵ Block, V. & Gremmen, B. (2016). Ecological Innovation: Biomimicry as a New Way of Thinking and Acting Ecologically. *J Agric Environ Ethics*, 29:203–217.

⁴⁶ Lacoue-Labarthe, P. (1990). *Heidegger, art and politics*. Oxford: Basil Blackwell Inc; Lacoue-Labarthe, P. (1998). *Typography*. Stanford: Stanford UP.

⁴⁷ “Lacoue-Labarthe conceptualiza esta relación entre *techne* y *phusis* en términos de una suplementariedad original. La *techne* aporta algo nuevo al proceso mimético de la naturaleza. Se trata de un suplemento, y solo este suplemento tecnológico proporciona acceso a la *phusis* y se constituye en el origen de la *mimesis* porque, de acuerdo a Lacoue-Labarthe, la perfección de la *phusis* por la acción de la *techne* implica una deficiencia en la naturaleza. La naturaleza es deficiente porque no puede producir todo y tiene que ser perfeccionada por la tecnología”. Block, V. & Gremmen, B. (2016). Ecological Innovation: Biomimicry as a New Way of Thinking and Acting Ecologically. *J Agric Environ Ethics*, 29:203–217 (traducción del autor).

⁴⁸ Véase al respecto, Suñol, V. (2012). *Más allá del arte: mimesis en Aristóteles*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

⁴⁹ Auerbach, E. (2006). *Mimesis: la representación de la realidad en la literatura occidental*. México: Fondo de Cultura Económica.

⁵⁰ La consideración de la *mimesis* como un acto cognoscitivo de carácter creativo está presente, con un tratamiento más o menos extenso, en varias obras de P. Ricoeur. Con todo, cabría resaltar dos trabajos concretos: Ricoeur, P. (1980). *La metáfora viva*. Madrid: Ediciones Cristiandad; Ricoeur, P. (1982). “Mimesis and représentation”. *Actes du XVIII Congrès des Sociétés de Philosophie de langue française*. Paris: Association des Publications près les Universités de Strasbourg, pp. 51-63.

⁵¹ Esta diversidad semántica permite concluir a V. Suñol que el término *mimesis* es un instrumento útil para la construcción de analogías. Suñol, V. (2012). *Más allá del arte: mimesis en Aristóteles*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

⁵² La inmersión por parte de Hans Blumenberg en los procesos de construcción de los conceptos y en el estudio del papel de la metáfora en la historia de la ciencia ha sido abordado en diversas obras. Blumenberg, H. (2003). *Paradigmas para una metaforología*. Madrid: Trotta; Blumenberg, H. (2000). *La legibilidad del mundo*. Barcelona: Paidós; Blumenberg, H. (1999). *Las realidades en que vivimos*. Barcelona: Paidós.

⁵³ Black, M. (1966). *Modelos y Metáforas*. Madrid: Tecnos; Hesse, M. (1966). *Models and Analogies in Science*. Notre Dame: University of Notre Dame Press. En este campo, cabe añadir también autores posteriores como D. Bailer-Jones, A. I. Miller, A. Rivadulla,

⁵⁴ Este amplio espectro de nociones de procedencia tecnológica para determinar el orden natural ha sido extraído de una revisión extensiva de la obra de J. Benyus.

⁵⁵ Benyus, J. M. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores, p. 17.

⁵⁶ El principio transformista o de transmutación de las especies vino a quebrantar durante el siglo XIX, gracias a los avances y descubrimientos en los campos de la anatomía comparada, la embriología y la paleontología, la hipótesis fijista con la que se contemplaba tradicionalmente la naturaleza. En esencia, la tesis transformista prueba la existencia de cambios de una especie a otra desde las formas orgánicas más simples mediante medios y procesos naturales. Este principio epistémico, que es formulado básicamente por Jean-Baptiste Lamarck en 1809 (en su obra *Filosofía Zoológica*), ejercerá una influencia decisiva en la creación del modelo evolutivo darwiniano.

⁵⁷ A pesar de que la formulación canónica del programa adaptacionista es completada por A. R. Wallace en 1889 (en su obra *Darwinism: an exposition of the theory of natural selection with some of its applications*) será posteriormente, durante el siglo XX y en parte debido a la recepción y acomodamiento teórico de las observaciones impulsadas desde la ecología, cuando alcance una consolidación definitiva (con autores paradigmáticos como J. M. Smith, W.D. Hamilton, R. Dawkins y D. Dennett). A grandes rasgos, cabe resumir este enfoque a través de la convergencia de dos ideas centrales: los cambios adaptativos que se producen en los rasgos morfológicos y comportamentales de los seres vivos se deben predominantemente por la acción de la selección natural. Por otro lado,

está el principio de utilidad como vía comprensiva para atribuir valor a las estructuras orgánicas. Una muy recomendable introducción a la historia del programa adaptacionista lo encontramos en Caponi, G. (2011). Las raíces del programa adaptacionista. *Scientiae Studia*, v. 9, n. 4, pp. 705-738.

⁵⁸ “*This mechanism being observed (it requires indeed an examination of the instrument, and perhaps some previous knowledge of the subject, to perceive and understand it; but being once, as we have said, observed and understood), the inference, we think, is inevitable; that the watch must have had a maker; that there must have existed, at some time and at some place or other, an artificer or artificers who formed it for the purpose which we find it actually to answer; who comprehended its construction, and designed its use*”. Paley, W. (2006). *Natural Theology or Evidence of the Existence and Attributes of the Deity, collected from the appearances of nature*. Oxford: Oxford University Press, p. 8.

⁵⁹ El cristianismo crítico aborda el hecho evolutivo saliéndose de las perspectivas finalistas y de las contingenciales clásicas, dejando constancia de la autonomía del proceso cósmico en conjunción con la libertad humana y con la existencia de un *Deus absconditus*. Aquí puede encajar, claro está, los planteamientos de Philip Hefner asociados al paradigma del naturalismo religioso o el principio antrópico cristiano de George F. R. Ellis y el diseño kenótico del universo. Es decir, que la divinidad renuncia a imponer su presencia en el mundo para garantizar el libre albedrío. Véase al respecto, Hefner, P. (2008). *Religion-and-Science as Spiritual Quest for Meaning*. Ontario: Pandora Press; Ellis, G. F. R. (ed.) (2002). *The far-future universe: eschatology from a cosmic perspective*. Philadelphia & London: Templeton Foundation Press.

⁶⁰ Fundamentalmente, corresponde al botánico francés Frédéric Gérard el mérito de introducir la hipótesis de la transformación orgánica en su obra *Théorie de l'évolution des formes organiques* (1841-49), aunque cabe identificar modelos evolutivos pre-darwinianos en los trabajos de G. Cuvier, E. G. Saint-Hilaire o Heinrich-Georg Bronn.

⁶¹ “*Ya sea el águila en pleno vuelo o la flor de manzano abierta, el incesante trabajo de los caballos, el cisne alegre, la ramificación del roble, el arroyo que serpentea en su base, las nubes a la deriva, sobre todo el sol que cursa, la forma sigue a la función, y esta es la ley. Dónde la función no cambia, la forma no cambia. (...) Es la ley que prevalece a todas las cosas orgánicas e inorgánicas, de todas las cosas físicas y metafísicas, de todas las cosas humanas y todas las cosas sobrehumanas, de todas las verdaderas manifestaciones de la cabeza, del corazón, del alma, que la vida es reconocible en su expresión, que forma siempre sigue a la función*”. Sullivan, L. H. (1896). The Tall Office Building Artistically Considered. *Lippincott's Magazine*, pp. 403-409.

⁶² Este término es introducido en el texto con la acepción empleada por el filósofo alemán Peter Sloterdijk, esto es, como un concepto que permite comprender, frente a la vieja ontología de la materia o a la metafísica clásica, las nuevas tipologías tecnológicas que emergen en el campo de las biotecnologías y nootecnologías en este periodo civilizatorio “post-humanista”. Se trata de nuevos modelos operativos no dominantes que son eficaces en su desarrollo sin generar un efecto transgresivo sobre los entes. El resultado de esta nueva etapa de avance tecnológico no contrapuesta a la naturaleza y alejada de toda pretensión cosificadora llevará, según Sloterdijk, a un nuevo paradigma operacional emancipatorio. Véase al respecto, Sloterdijk, P. (2001). *El hombre operable. Notas sobre el estado ético de la tecnología génica*. En: <http://www.revista-artefacto.com.ar/revista/nota/?p=91>.

⁶³ Se trata de una referencia explícita al conocido personaje de *Cándido o el optimismo* (*Candide, ou l'Optimisme*), cuento filosófico del escritor ilustrado francés Voltaire. El Doctor Pangloss, que representa de manera satírica y caricaturista la filosofía de Gottfried Wilhelm Leibniz, asume una cosmovisión en la que todo suceso ocurre por un propósito determinado, ya que “*las cosas no pueden ser de otra forma: todo tiene una finalidad y todo está hecho necesariamente para el mejor fin. Nótese atentamente que las narices han sido hechas para llevar gafas y por ello tenemos gafas. Los pies han sido instituidos visiblemente para ir calzados y por este motivo tenemos zapatos*” (capítulo 1). El paleontólogo Stephen J. Gould y el biólogo evolutivo Richard Lewontin trasladan esta perspectiva al programa adaptacionista en su celeberrimo artículo de 1979, *The Spandrels of San Marco and the*

Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. *Proceedings of the Royal Society B*, 205, pp. 581-598.

⁶⁴ Gould, S. J. & Lewontin, R. (1979). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. *Proceedings of the Royal Society B*, 205, p. 581.

⁶⁵ Método utilizado especialmente en el campo de la ingeniería de las proteínas y en la biotecnología basado en la imitación del mecanismo de la selección natural con el propósito de orientar o conducir la evolución de proteínas o ácidos nucleicos hacia objetivos definidos.

⁶⁶ Benyus, J. M. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores, p. 260.

⁶⁷ Al parecer, fue el biólogo británico Colin Pittendrigh, fundador junto con Jürgen Aschoff y Erwin Bünning de la cronobiología, quien primero utilizó el término de teleonomía- “Adaptation, natural selection, and behavior”, en Roe, A. & Simpson, G. G. (Eds.). (1958). *Behavior and Evolution*. New Haven: Yale University Press, p. 394 -, situando a partir de entonces el debate en el campo de la biología sobre la finalidad en la naturaleza (aspecto éste que se remonta hasta Aristóteles) bajo unas coordenadas epistemológicas distintas.

⁶⁸ Suess, E. (1885–1909). *Das Antlitz der Erde*. Prag, Wien & Leipzig: Tempsky & Freytag.

⁶⁹ Vernadsky, V. I. (1998). *The biosphere*. New York: Springer-Verlag.

⁷⁰ Lovelock, J. E. (1985). *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Oxford: Oxford University Press.

⁷¹ Latour, B. (2004). *Politics of Nature: How to Bring the Sciences into Democracy*. Cambridge, MA: Harvard University Press

⁷² Morton, T. (2007). *Ecology without Nature*. Cambridge: Harvard University Press.

⁷³ Žižek, S. (2002). *Looking Awry: An Introduction to Jacques Lacan through Popular Culture*. Cambridge: M.I.T. Press.

⁷⁴ Swyngedouw, E. (2007). *The Post-Political City. Urban Politics Now. Re-imagining Democracy in the Neoliberal City*. Rotterdam: Netherlands Architecture Institute NAI Publishers.

⁷⁵ Stavrakakis, Y. (2000). On the Emergence of Green Ideology: The Dislocation factor in Green Politics. In Howarth, D; Norval, A. J. & Stavrakakis, Y. (Eds.) *Discourse Theory and Political Analysis-Identities, Hegemonies and Social Change*. Manchester: Manchester University Press, pp. 100-118.

⁷⁶ Ellen, R. & Fukui, K. (Eds.) (1996). *Redefining Nature: Ecology, Culture and Domestication*. Oxford & Washington: Berg.

⁷⁷ Helmreich, S. (1998). *Silicon second nature: culturing artificial life in a digital world*. Berkeley & London: University of California Press; Helmreich, S. (2008). Species of biocapital. *Science as Culture*, 17:4, pp. 463-478.

⁷⁸ Schyfter, P. 2013. How a ‘drive to make’ shapes synthetic biology. *Studies in History and Philosophy of Science*, 44:4, pp. 632-640.

⁷⁹ Roosth, S. (2017). *Synthetic: how life got made*. Chicago: University of Chicago Press.

⁸⁰ Nicolson, M. H. (2011). *Mountain Gloom and Mountain Glory*. Seattle: University of Washington Press.

⁸¹ El sociólogo Frans C. Verhagen nos desvela que la metáfora que vincula la naturaleza con un laboratorio o una factoría no es de nuevo cuño cuando nos remite a la fantasía profética que el biólogo Hermann Renheimer evocaba en 1910: “*Hablando desde un punto de vista bioeconómico, es un deber del mundo de las plantas fabricar el alimento para su complemento, el mundo animal... todos los días, desde el amanecer hasta la puesta de sol, miles de laboratorios, fábricas, talleres e industrias de plantas en todo el mundo hacen su contribución al fondo general de la riqueza orgánica*”. Reinheimer, H. (1910). *Survival and Reproduction: A New Biological Outlook*. London: John M. Watkins.

⁸² Rosen relativiza de modo muy consistente y con multiplicidad de ejemplos históricos la novedad del enfoque biomimético y de propuestas afines al encuadrarlas en una larga tradición en el campo de la biología que aspira a simular, en términos reduccionistas, el comportamiento de los

organismos. Véase al respecto, Rosen, R. (2000). *Essays on Life Itself*. New York: Columbia University Press.

⁸³ “*This is the other side of the coin of the mechanistic view, the side that has dominated much of our management of natural resources and the environment in the twentieth century. Not only has it been customary to use civil-engineering approaches to environmental issues, but it is consistent with the mechanistic perception of nature that, as a machine, nature is better improved by using novel engineering devices than by employing organic approaches. This point of view is consistent with much of our attitude toward the development of land and resources*”. Botkin, D. B. (2012). *The Moon in the Nautilus Shell. Discordant Harmonies reconsidered from climate change to species extinction, how life persists in an ever-changing world*. Oxford & New York: Oxford University Press, p. 147.

⁸⁴ “*Si bien la conquista de la naturaleza a un nivel puramente físico fue una proeza física menor que cualquier forma de victoria militar -por lo menos hasta que esta conquista comenzó a tener, en el siglo XIX, un efecto disruptor sobre el equilibrio ecológico de todos los organismos, incluyendo al hombre-, sus principales exponentes fueron cayendo presa de las mismas ambiciones, los mismos impulsos y, de hecho, las mismas compulsiones neuróticas que tienden a sacrificar cualquier otra justificación de la vida en pro de la demostración de poder*”. Mumford, L. (2016). *El pentágono del poder. El mito de la máquina*. Logroño: Pepitas de Calabaza, p. 193.

⁸⁵ “*El centro de gravedad del desarrollo técnico esté en su condicionamiento económico; sin el cálculo racional como base de la economía y, por consiguiente, sin las condiciones histórico-económicas en extremo concretas, tampoco hubiera surgido la técnica racional*”. Weber, M. (1983). *Economía y Sociedad*. México D. F.: Fondo de Cultura Económica, p. 49.

⁸⁶ “*La homeotecnología, al tener que vérselas con información realmente existente, no hace más que avanzar en el camino de la no-violación de los entes; gana en inteligencia inteligentemente, creando así nuevos estados de inteligencia. Toma en cuenta las cualidades de los cuerpos. Debe apoyarse en estrategias cointeligentes, coinformativas, incluso allí donde se aplica egoísta y regionalmente como ocurre en las tecnologías convencionales*”. Sloterdijk, P. (2001). *El hombre operable. Notas sobre el estado ético de la tecnología génica*. En: <http://www.revista-artefacto.com.ar/revista/nota/?p=91>.

⁸⁷ Blok, V. & Gremmen, B. (2018). Agricultural technologies as Living Machines: toward a biomimetic conceptualization of Smart Farming Technologies. *Ethics, Policy & Environment*, 21:2, p. 251.

⁸⁸ Blok, V. & Gremmen, B. (2016). Ecological innovation: Biomimicry as a new way of Thinking and Acting Ecologically. *J Agric Environ Ethics* (2016) 29, p. 213.

⁸⁹ “[N]o hay razón para que no podamos crear humanos con la visión de un balcón, el oído y el olfato de un perro, el sónar de un murciélago, el equilibrio y la gracia de un gato, la velocidad de un guepardo e incluso la capacidad de generar energía mediante la fotosíntesis a partir de la luz del Sol. No hay razón, en principio, por la que los “posthumanos” no puedan beneficiarse de los genes del reino de los seres vivos”. Savulescu, J. (2012). *¿Decisiones peligrosas? Una bioética desafiante*. Madrid: Tecnos, p. 263.

⁹⁰ Cabe definir el posthumanismo como una corriente de pensamiento, más o menos coherente en su discurso, integrado por múltiples científicos y filósofos que apoya el empleo de las nuevas ciencias y tecnologías para mejorar las capacidades mentales y físicas con el objeto de corregir lo que considera aspectos indeseables e innecesarios de la condición humana, como el sufrimiento, la enfermedad, el envejecimiento o incluso en última instancia la mortalidad. De entre sus más destacados representantes podemos destacar a Raymond Kurzweil, Natasha Vita-More, Hans Moravec, Max More, Nick Bostrom o David Pearce.

⁹¹ Véase al respecto, Kurzweil, R. (2005). *The Singularity Is Near*. New York: Viking.

⁹² Véase al respecto, Ordine, N. (2013). *La utilidad de lo inútil*. Barcelona: Acantilado.

BIBLIOGRAFÍA

- ARISTÓTELES (1995). *Física*. Madrid: Gredos.
- AUERBACH, E. (2006). *Mimesis: la representación de la realidad en la literatura occidental*. México: Fondo de Cultura Económica.
- BACON, F. (2006). *Nueva Atlántida*. Madrid: Akal.
- Benyus, J. M. (2012). *Biomimesis. Innovaciones inspiradas por la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores.
- BLOK, V. & GREMMEN, B. (2016). Ecological innovation: Biomimicry as a new way of Thinking and Acting Ecologically. *J Agric Environ Ethics* (2016) 29:203–217.
- BLOK, V. (2017). Earthing Technology: towards an Eco-centric concept of Biomimetic Technologies in the Anthropocene. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 21, 2/3.
- BLOK, V. & GREMMEN, B. (2018). Agricultural technologies as Living Machines: toward a biomimetic conceptualization of Smart Farming Technologies. *Ethics, Policy & Environment*, 21:2, pp. 246-263.
- BŒUF, G. (2014). Biomimétisme et bio-inspiration. *Vraiment durable*, 5/ 6,(1), pp. 43-55.
- BOTKIN, D. B. (2012). *The Moon in the Nautilus Shell. Discordant Harmonies reconsidered from climate change to species extinction, how life persists in an ever-changing world*. Oxford & New York: Oxford University Press.
- CROWE, N. (1995). *Nature and the Idea of a Man-Made World*. Cambridge: The MIT Press.
- DICKS, H. (2017). Environmental Ethics and Biomimetic Ethics: Nature as Object of Ethics and Nature as Source of Ethics. *J Agric Environ Ethics*, 30: 255.
- FISCH, M. (2017). The Nature of Biomimicry: Toward a Novel Technological Culture. *Science, Technology, & Human Values*, 1-27.
- GALERA GÓMEZ, A. (2010). La omnipresente selección natural. *Endoxa: Series Filosóficas*, nº 24, pp. 47-60.
- GARRELS, S. R. (2011). *Mimesis and Science. Empirical Research on Imitation and the Mimetic Theory of Culture and Religion*. Michigan: Michigan State University.
- GOLDSTEIN, J. & JOHNSON, E. (2015). Biomimicry: New Natures, New Enclosures. *Theory Culture & Society*, 32(1), pp. 61-81.
- GOULD, J. S. & LEWONTIN, R. C. (1979). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 205, pp. 581-598.
- HAKEN, H.; KARLQVIST, A. & SVEDIN, U. (Eds.) (1993). *The Machine as Metaphor and Tool*. Berlin & Heidelberg: Springer-Verlag.
- HALLIWELL, S. (2002). *The Aesthetics of Mimesis. Ancient Texts and Modern Problems*. Princeton-Oxford: Princeton University Press.
- HALLYN, F. (2000). *Metaphor and Analogy in the Sciences*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- JASPERS, K. (2017). *Origen y meta de la historia*. Barcelona: Acantilado.
- KEATS, J. (2017). *The Reciprocal Biomimicry Initiative*. San Francisco: Blurb.
- LAKHTAKIA, A. & MARTÍN-PALMA, R. J. (Eds.) (2013). *Engineered Biomimicry*. Oxford & Amsterdam: Elsevier.
- LATOUR, B (2004). *Politics of Nature: How to Bring the Sciences into Democracy*. Cambrid-

- ge, MA: Harvard University Press.
- LEVINS, R. & LEWONTIN, R. C. (1994). Holism and reductionism in ecology. *Capitalism Nature Socialism*, 5:4, pp. 33-40.
- MAASEN, S.; MENDELSON, E. & WEINGART, P. (Eds.) (1995). *Biology as Society. Society as Biology: metaphors*. Dordrecht: Kluwer.
- MARAN, T. (2017). *Mimicry and Meaning: Structure and Semiotics of Biological Mimicry*. Switzerland: Springer.
- MARSHALL, A. & LOZEVA, S. (2009). Questioning the Theory and Practice of Biomimicry. *Int. J. of Design & Nature and Ecodynamics*, Vol. 4, No. 1, 1-10.
- MARTÍNEZ SÁNCHEZ, A. (2006). Invención y realidad. La noción de mimesis como imitación creadora en Paul Ricœur. *Diánoia*, volumen LI, número 57, pp. 131-166.
- MATHEWS, F. (2011). Towards a Deeper Philosophy of Biomimicry. *Organization and Environment*, 24, 4, pp. 364-387.
- MUMFORD, L. (2016). *El pentágono del poder. El mito de la máquina*. Logroño: Pepitas de Calabaza.
- PITROU, P.; DALSUET, A. & HURAND, B. (2015). Modélisation, construction et imitation des processus vitaux. Approche pluridisciplinaire du biomimétisme. *Natures Sciences Sociétés*, Volume 23, Number 4, pp. 380-388.
- ROOSTH, S. (2017). *Synthetic: how life got made*. Chicago: University of Chicago Press.
- ROSEN, R. (2000). *Essays on Life Itself*. New York: Columbia University Press.
- SEGERSTRÅLE, U. (2000). *Defenders of the truth. The battle for science in the sociobiology debate and beyond*. Oxford: Oxford University Press.
- SIERRA, C. H. & KUIRU, N. (2014). Biomimesis: nuevos horizontes de sostenibilidad y tendencias globales de la praxis tecno-científica en el mundo contemporáneo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA)*, vol. 5, n° 2, pp. 85-98.
- SOAR, R. C. & TURNER, S. (2008). Beyond biomimicry: What termites can tell us about realizing the living building. *Proceedings of 1st International Conference on Industrialized, Intelligent Construction*.
- SUESS, E. (1923-1930) *La Faz de la Tierra*. Versión española de Pedro de Novo y F. Chicharro. Madrid. Imprenta R. Velasco, 4 vols.
- SUÑOL, V. (2012). *Más allá del arte: mimesis en Aristóteles*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- SWIEGERS, G. F. (Ed.) (2012). *Bioinspiration and Biomimicry in Chemistry. Reverse-Engineering Nature*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- TREPL, L. & VOIGT, A. The Classical Holism-Reductionism debate in Ecology. In SCHWARZ, A. & JAX, K. (Eds.). *Ecology Revisited. Reflecting on Concepts, Advancing Science*. Heidelberg, London & New York: Springer.
- VERHAGEN, F. C. (2008). Worldviews and Metaphors in the Human-Nature Relationship. *Language & Ecology*, vol. 2, no. 3.
- VERNADSKY, V. I. (1998). *The biosphere*. New York: Springer-Verlag.
- WILLIAMS, G. C. (1996). *Adaptation and Natural Selection. A critique of some current Evolutionary Thought*. Princeton: Princeton University Press.
- WOSTER, D. (1983). *The Wealth of Nature. Environmental History and the Ecological Imagination*. New York & Oxford: Oxford University Press.