

# Ecología política de la adaptación y biomímesis en el Antropoceno

*Nicolás Jiménez Iguarán*

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

*Omar Ramírez Hernández*

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

*Somos seres sensoriales en una relación metabólica con el mundo circundante. Modificamos ese mundo, y al hacerlo, nos transformamos a través de nuestras actividades y trabajos.*

David Harvey, 2000

*La biomímesis no puede ser reducida al rol que juega impulsando la acumulación de capital. De hecho, el abordaje de la biomímesis de incorporar principios no humanos a la producción tecnológica puede ofrecer una base conceptual, e incluso técnica, en tanto nos disputamos un metabolismo ecológico, social y político más liberador con la naturaleza, a través de la naturaleza y en tanto naturaleza.*

Jesse Goldstein y Elizabeth Johnson, 2015

*Biomimicry is indeed a revolutionary concept. However, it is still relatively philosophically under-developed, descriptive and ad hoc in its approach and accordingly piecemeal in its results. Moreover, critical ambiguities lurk in this concept. Until these are brought to light and resolved, biomimicry remains vulnerable to co-optation by as powerful an anthropocentric mentality as that which launched the original industrial revolution and ravaged, in our time, the living constituency of the biosphere.*

Freya Mathews, 2011

**L**a respuesta social predominante a fenómenos globales como el cambio climático (particularmente, a nivel institucional, corporativo y estatal), suele estar anclada en principios y metodologías de acción propias de los procesos socioeconómicos que dieron origen y alentaron dichas problemáticas. Esta manía de avanzar desbocadamente por senderos desconocidos de la mano de un discurso desarrollista y de insistir en que nuestra relación con el entorno debe

estar mediada por una mirada mecanicista, ha suscitado hondas cicatrices en los territorios y ha creado las condiciones de lo que hoy se conoce como *Antropoceno*.

El *Antropoceno*, más allá de incentivar entretenidos y nutridos debates académicos, es un concepto que alerta sobre la forma como estamos interviniendo, transformando, ocupando y moldeando los espacios. Los efectos adversos desatados en términos ecológicos, económicos y sanitarios, lejos de ser atribuidos a fuerzas metafísicas o a designios religiosos, se asocian directamente con causas antropogénicas. Por lo tanto, es en el propio devenir político, social y económico donde se ha de asumir un nivel de responsabilidad, tanto en lo que respecta a las problemáticas enfrentadas como en el planteamiento de posibles soluciones. Esto último no significa que las alternativas deban surgir de las dinámicas políticas y económicas hegemónicas, por el contrario, intenta señalar que la definición de la hoja de ruta a seguir demanda amplios debates políticos donde se discuta, entre otras cuestiones, los ajustes del modelo económico.

El cambio climático, como tantos otros fenómenos medioambientales de grandes proporciones, exige asumir una mirada autocrítica del camino recorrido como civilización. Esto conlleva, inevitablemente, la adopción de mecanismos de acción para reducir y controlar los inminentes (y algunas veces irreversibles) escenarios nocivos característicos del *Antropoceno*. Hoy en día, este conjunto de iniciativas se conoce con el nombre de *adaptación*. Este concepto reconoce la existencia de cambios biofísicos de amplio impacto ante los cuales la sociedad, en su conjunto, debe adaptarse con el propósito de reducir sus niveles de vulnerabilidad. Pero este proceso de adaptación no hace referencia a simples ajustes tecnológicos. Parte del proceso reflexivo del camino recorrido implica aprender de los errores, lo que involucra alejarse de las falsas promesas cortoplacistas y repeler aquellas salidas cosméticas que, bajo miradas simplistas, esquivan la complejidad de las problemáticas. Por esta razón, no sorprende que las estrategias de adaptación que reciben actualmente mayores incentivos políticos y económicos se limitan a promover intervenciones exclusivamente tecnológicas, las cuales no logran generar cambios socioeconómicos profundos, capaces de restaurar la resiliencia ecológica del planeta.

En este texto nos reapropiamos de la idea de adaptación en el marco de la ecología política. Esto con el fin de repensar, críticamente, el principio de biomimesis como una estrategia capaz de aportar a la construcción de una sociedad sustentable, en una época plagada de efectos adversos generados por el sistema socioeconómico. La sustentabilidad, en este sentido, se entiende como una práctica emancipadora que atañe a sistemas ecológicos, económicos, tecnológicos, energéticos, culturales y, particularmente, políticos. El apoyo conceptual de lo que hemos denominado *ecología política de la adaptación*, permite entender los procesos de adaptación en clave de los compromisos políticos que los promueven y de los

objetivos normativos que orientan su planificación, organización y legitimación a través de proyectos de desarrollo.

Desde una perspectiva diferente a la del *adaptacionismo genómico* (Leff, 2014), la *adaptación elitista* (Cano, 2017) y la *adaptación tecnocrática o empresarial* (Taylor, 2015), proponemos unos criterios de adaptación que permitan *rediseñar* la tecnósfera para frenar los choques entre los procesos biofísicos del planeta y el desarrollo social. Estos criterios no sólo tienen el propósito de aportar soluciones al *problema del diseño*, es decir, al desajuste en el metabolismo social, sino también de promover la superación de los desarrollos geográficos desiguales y el cinismo con el que se está enfrentando el cambio global.

En este orden de ideas, el presente artículo pone en cuestión los intereses en juego de los procesos dominantes de adaptación, denunciando la lógica instrumental y corporativa del capitalismo como factor detonante de un metabolismo social que soslaya permanentemente las fronteras ecológicas planetarias. Esto supone reconocer la responsabilidad histórica y deliberada del *Antropoceno*, al margen de posturas totalizantes que delegan dicha responsabilidad a la totalidad de la especie humana.

Al final del texto presentamos algunas ideas, a manera de conclusión, que ilustran un abordaje alternativo de la biomímesis en el marco de la ecología política de la adaptación. Así, señalamos la importancia de reorientar las acciones adaptativas para contener la degradación ambiental y la necesidad de rediseñar la tecnósfera bajo principios de justicia social y ecológica.

## El Antropoceno: ¿Qué está en juego?

Recién iniciado el siglo XXI, el climatólogo holandés y premio Nobel de química Paul Jozef Crutzen introdujo, en una discusión del Comité Científico del *Programa Internacional Geosfera-Biosfera* (IGBP por sus siglas en inglés), un término para definir nuestra época: el *Antropoceno*<sup>1</sup>. El término surgió con el propósito de explicar los cambios que se estaban produciendo en el planeta como resultado de las actividades antrópicas. Si bien su estatus científico como *época geológica* continúa en debate, lo cierto es que ha funcionado como un catalizador de discusiones sobre el alcance y la escala de los impactos producidos por la especie humana en el planeta Tierra (Crutzen & Stoermer, 2000; Brondizio & Syvitski, 2016).

El *Antropoceno* indica, en términos generales, que “las actividades humanas empezaron a afectar el medio ambiente a escala global” (Steffen, Crutzen & McNeill, 2007, p. 616). De acuerdo con este concepto, los seres humanos nos hemos convertido en una fuerza tan potente en el planeta que estamos generando alteraciones muy profundas, incluso a nivel geológico. Steffen, Crutzen & McNeill (2007,

p. 614) advierten, en este sentido, que estamos siendo empujados a una especie de *terra incognita* en la que nunca antes habíamos estado. Los riesgos ambientales son cada vez mayores, lo que aumenta la vulnerabilidad de los ecosistemas y, en consecuencia, la proliferación de desastres. Hemos alterado profundamente nuestros espacios vitales y, si no cambiamos de estrategia, nuestra supervivencia, como la de muchas otras especies, se verá gravemente comprometida.

Ahora bien, el IGBP publicó, en 2004, un informe sobre el *Cambio global y el sistema Tierra* (Steffen *et al.*, 2004)<sup>2</sup>, donde se describe al planeta como un *sistema autorregulado*, dentro del cual la *biósfera*<sup>3</sup> cumple funciones primordiales. Esta perspectiva sistémica (Odum, 1953; von Bertalanffy, 1969) ha provocado cambios importantes en la forma de analizar nuestras interacciones con el mundo no-humano y ha resaltado una idea central: vivimos en un planeta vivo del que formamos parte. Esto fue advertido de forma temprana por diversos pueblos ancestrales al referirse al planeta como *Pacha Mama* (Valencia, 1999) o *Madre Tierra* (Wermus, 2002), y más recientemente por autores como Capra (1996) y Lovelock (2007), quienes trabajaron los conceptos *Trama de la vida* e *Hipótesis Gaia*, respectivamente.

Si bien es cierto que la biósfera posee una gran capacidad de resiliencia, incluso cuando la pérdida de biodiversidad es significativamente alta, los impactos antropogénicos están amenazando fuertemente su estabilidad (Zalasiewicz *et al.*, 2015). Esto es resultado, en buena medida, del predominio de la visión mecanicista del mundo que redujo teóricamente la complejidad del planeta. Whitehead (1978, pp. 208-215) identificó el triunfo de esta visión en la separación conceptual que se produjo entre el *mundo físico* y el *mundo vivo*. Desde esta perspectiva, la naturaleza y todos sus organismos se convierten en *objetos disponibles*. En palabras de Horkheimer y Adorno (2009, p. 60) “lo que los hombres quieren aprender de la naturaleza es a servirse de ella para dominarla por completo”. El conocimiento se convierte en un mecanismo de poder y control que media los procesos de intercambio entre la especie humana y la naturaleza.

Uno de los resultados adversos del predominio de la visión mecanicista es la expansión (dimensión espacial) y la intensificación (dimensión temporal) de las alteraciones ecológicas, las cuales sobrepasan la capacidad de recuperación de la biósfera. Como afirma Latour (2017: versión Kindle),

Un día es el ascenso de las aguas; otro, la esterilización de los suelos; por la noche es la desaparición acelerada de los bancos de hielo; en el resumen informativo de las 20, entre dos crímenes de guerra, nos enteramos de que miles de especies van a desaparecer incluso antes de haber sido debidamente clasificadas; cada vez las mediciones del CO<sub>2</sub> en la atmósfera son peores, más aún que las del desempleo; cada año que pasa, nos dicen que es el más cálido desde la inauguración de las estaciones meteorológicas; el nivel de los mares no hace sino ascender; la franja costera está

cada vez más amenazada por las tormentas de primavera; en cuanto al océano, cada campaña de medición lo encuentra más ácido.

Para explicar estos acontecimientos, que no son otra cosa que un conjunto de procesos de intercambio entre la especie humana y la naturaleza, acudimos al concepto de *metabolismo*, el cual hace referencia a la apropiación social de materia y energía que luego se deposita en forma de desecho en los espacios naturales (Toledo, 2013, p. 47). Se trata de un circuito de intercambio que tiene sus ritmos, sus intensidades y sus contenidos particulares dependiendo del tiempo y el espacio en que se desarrolle. Este intercambio, hoy conocido como *metabolismo social*, está determinado por los niveles de transformación espacial, las necesidades humanas, las relaciones sociales de producción y las formas en que se *produce* la naturaleza (Toledo, 2013).

De esta forma, la actual magnitud de la huella ecológica del ser humano no es una regla inquebrantable, ni mucho menos un proceso reducido a un estímulo natural. Es, siguiendo a Moore (2014), el resultado de un modo particular de *producir* la naturaleza y *producirnos* a nosotros mismos como especie. Así, el proceso de apropiación de materia y energía de la naturaleza (*input*) y su posterior deposición en espacios naturales en forma de desechos y residuos (*output*), está determinado, según Toledo (2013, p. 51), por “instituciones, formas de conocimiento, cosmovisiones, reglas y acuerdos, saberes tecnológicos, modos de comunicación y de gobiernos y formas de propiedad”. Dicha apropiación puede darse de tres formas: a) aquella que se realiza sin producir cambios sustanciales en los ecosistemas; b) aquella que «desarticula» o «desorganiza» los ecosistemas; c) y aquella en las que los ecosistemas son conservados para proteger determinadas especies, patrones o procesos (Toledo, 2013, pp. 55-56). La segunda forma de apropiación es la que define mayoritariamente a nuestra sociedad contemporánea. Los sistemas socioeconómicos que hemos diseñado nunca antes habían estado tan desarticulados de la biósfera como lo están hoy en día. Riechmann (2006, p. 73) captó este problema y lo formuló en términos de una *tecnósfera mal diseñada*.

En este punto es pertinente hacer una aclaración: al hacer referencia a la dicotomía *sociedad / naturaleza* para problematizar la actual situación ecológica, tenemos que dejar claro que no estamos afirmando que la especie humana esté *por fuera* de la naturaleza. Por el contrario, somos agentes activos embebidos (*embedded*) en un sistema o trama de vida. A esto hace referencia la noción de metabolismo, en tanto “concepto biológico que se refiere a los procesos internos de un organismo vivo” (Fischer-Kowalski & Haberl, 2000, p. 21). Por eso es importante entender que los impactos socioambientales suponen *pretender separar* a la especie humana del conjunto del sistema Tierra. En el libro *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política* (Grundrisse), Marx (2001, p. 449) identificó este

problema de la siguiente forma:

Lo que necesita explicación, o es resultado de un proceso histórico, no es la unidad del hombre viviente y actuante con las condiciones inorgánicas, naturales, de su metabolismo con la naturaleza [...], sino la separación entre estas condiciones inorgánicas de la existencia humana y esta existencia activa, una separación que por primera vez es puesta plenamente en la relación entre trabajo asalariado y capital.

Es así como en un tiempo muy corto pasamos de un metabolismo relativamente orgánico a un metabolismo tecno-industrial que, sobre la base del paradigma tecnocientífico, desata notorios y significativos impactos sobre la biósfera (Hamilton & Grinevald, 2015), lo que impone desafíos importantes para la sustentabilidad de la sociedad (Riechmann, 2006, p. 148). Como afirma McKenzie Wark, el *Antropoceno* no es solo una forma particular de metabolismo, sino un conjunto de *rupturas metabólicas*, “donde una molécula tras otra es extraída por medio del trabajo y la técnica para producir cosas funcionales a la sociedad, pero donde los desechos no retornan para que el ciclo se renueve por sí mismo” (Wark, 2015. Versión Kindle. *La traducción es nuestra*).

Es esto, justamente, lo que necesitamos pensar en el *Antropoceno*: el proceso de *ruptura* que desata el metabolismo social que hemos adoptado y que avanza violentamente contra las fronteras ecológicas planetarias. Esto nos obliga a construir estrategias para adaptarnos a esas fronteras ecológicas, con el fin de reinsertar nuestros sistemas en ellas, pero también para *ajustarlas* a «nuestros intereses» como organismos constitutivos de la biósfera (Jiménez & Ramírez, 2016). La especie humana no sólo debe adaptarse a su medio, el medio también se ajusta a nosotros en el proceso mismo de la vida<sup>4</sup>.

Lo que está en juego no es nuestra capacidad para «alterar la naturaleza», como lo sugieren conceptos como el de *Gaia* y *Trama de la vida*. Lo que verdaderamente demanda nuestra atención son los *intereses sociales* que promueven, sustentan y perpetúan el metabolismo contemporáneo y su materialización concreta en la construcción de la tecnósfera. Bruno Latour expone el problema de forma sencilla, de la siguiente manera: “cada organismo manipula intencionalmente lo que lo rodea ‘para su propio interés’: todo el problema consiste, desde luego, en definir ese interés” (Latour, 2017. Versión Kindle). Los ecosistemas también son producidos por los organismos que los habitan y, en este orden de ideas, no hay una estructura ecológica trascendente que imponga criterios absolutos de adaptación, especialmente cuando de sistemas humanos se trata.

Si el *Antropoceno* es el resultado de los sistemas que hemos diseñado y de los intereses que los inspiran, ¿cómo rediseñar una tecnósfera que permita desacelerar las rupturas metabólicas en aras de un metabolismo social sustentable? ¿Qué teoría resulta ser la más adecuada para llevar a cabo esta tarea? ¿Qué tipo de *ruptura*

*epistemológica* debemos promover para contrarrestar la proliferación de rupturas metabólicas nocivas para el sostenimiento de la vida en el planeta? ¿Qué principios orientan la forma en que nos reapropiamos socialmente de la naturaleza? Estas preguntas son las que le dan sentido a una *ecología política de la adaptación*. Como afirmábamos en otro lugar, “abordar el problema de la adaptación desde la ecología política es clave porque introduce un factor de contingencia, según el cual los niveles de degradación ambiental pueden acentuarse o minimizarse conforme a los intereses sociales que guían las estrategias de adaptación” (Jiménez & Ramírez, 2017, p. 58).

Ahora bien, este factor de contingencia no solo resalta el *carácter histórico* de la degradación ambiental: devela también las *relaciones de poder* que la producen. Quienes estamos comprometidos con la ecología política no podemos aceptar, como sugiere el *Antropoceno*, que la responsabilidad de esta crisis caiga sobre la totalidad de la especie humana. Tal como señalan Carril, Cardoso & Marcellesi (2017, p. 4) en el número 53 de la revista *Ecología Política*, “detrás de la revelación ontológica del concepto de Antropoceno [de ser *todos* responsables] parece haber un engaño, un tejido intencional en el lenguaje que construye una realidad adaptada a través de la transformación de un concepto en un discurso”.

En este orden de ideas, y antes de abordar la cuestión sobre la tecnosfera a la luz de la ecología política de la adaptación y del concepto de biomímesis, queremos hacer un breve comentario sobre la vigencia de lo que el filósofo alemán Ernst Bloch llamó *el principio esperanza*. Hoy en día resulta imprescindible volver a creer en la posibilidad de construir un orden social que reivindique la justicia social y ecológica. En otras palabras, recuperar la esperanza en que es posible construir proyectos colectivos diversos, capaces de modificar el actual metabolismo social de forma concreta.

## ¿Cinismo o esperanza?

*[L]a esperanza fraudulenta es uno de los mayores malhechores y enervantes del género humano, mientras que la esperanza concreta y auténtica es su más serio benefactor.*

Ernst Bloch, *El principio esperanza*, 1977

En la novela distópica, *1984*, George Orwell (2013) describe una sociedad caracterizada por una forma de *engaño consciente* que consiste en pensar, al mismo tiempo, en dos opiniones mutuamente contradictorias. A diferencia de la *falsa conciencia*, donde el sujeto actúa *sin saber* lo que está haciendo, esta forma de autoengaño procede de manera contraria: “*negar* la existencia de la realidad objetiva sin dejar de saber, ni por un instante, que existe esa realidad que se niega”

(Orwell, 2013). En su *Crítica de la razón cínica*, Sloterdijk (2013) analiza un proceso similar. Según el filósofo alemán, la *ideología* no tiene ya la forma de falsa conciencia, sino de una reacción cínica donde el sujeto es plenamente consciente de estar falseando la realidad. Como señala Žižek (1989, pp. 25-26), “se conoce la falsedad muy bien, se es consciente del interés particular escondido detrás de una universalidad ideológica, pero aun así *no* se renuncia a ella”.

ExxonMobil es un ejemplo de este cinismo. Siendo una de las compañías petroleras más grandes y poderosas del mundo, lleva más de 28 años financiando *Think tanks* con el propósito de refutar y deslegitimar el cambio climático. Si no fuera porque sabe perfectamente que el cambio climático es una realidad no destinaría tanto tiempo y tantos recursos para negarlo. Lenny Bernstein, quien trabajó para la empresa durante 30 años, afirmó que “Exxon sabía, años atrás [1981], que el cambio climático era una realidad; una realidad que aceptaban en lugar de negarla como lo habían hecho públicamente” (Johnston, 2015).

Pero hay quienes llevan el cinismo mucho más lejos. No es una casualidad que los sectores económicos más poderosos del mundo, que otrora rechazaron las problemáticas ambientales, sean hoy los grandes promotores del «desarrollo sostenible». Para el Banco Mundial, por ejemplo, el cambio climático pudo haber sido una carga incómoda, pero hoy es una «oportunidad de desarrollo». Los momentos de crisis financiera, social y ambiental se convierten, así, en oportunidades para impulsar procesos innovadores de crecimiento económico (The World Bank, 2013; Smith, 2006).

En *La doctrina del shock: el auge del capitalismo del desastre*, Naomi Klein recurre a la siguiente observación de Milton Friedman para explicar cómo los sectores que dominan la economía mundial aprovechan los momentos de crisis para imponer su ideología: “sólo una crisis -real o percibida-”, observa Friedman, “da lugar a un verdadero cambio [para hacer que] lo políticamente imposible se vuelva políticamente inevitable” (Klein, 2007, p. 27). El *shock*, o la crisis, produce *periodos maleables* que el capitalismo aprovecha para imponer sus ideas sobre “un tapiz en blanco, limpio y amplio” en el que se pueda reconstruir el mundo a su imagen y semejanza. “En esos periodos maleables”, señala Klein, “los artistas de lo real sumergen sus manos en la materia dócil y dan principio a su labor de remodelación del mundo” (Klein 2007, p. 46). Así, la *producción* de la naturaleza está determinada por estos mecanismos.

El mantra neoliberal con el que se satura la realidad social, «*there is no alternative*», se reactualiza permanentemente para mantener vivo el mito del crecimiento económico y la imposibilidad de construir otro modelo diferente al capitalista. Si este mito no tuviera un impacto real en el metabolismo social, no tendríamos que preocuparnos por él. ¿Dejaremos, entonces, que el cinismo y una falsa ingenuidad continúen definiendo el destino del planeta? ¿No tenemos acaso la responsabi-



lidad de alimentar la esperanza en otro futuro y afirmar que sí hay alternativas?

## **Ecología política: el rediseño de la tecnosfera**

Tenemos la excepcional tarea de desafiar el negacionismo y lo que Leff (2014) denomina el *adaptacionismo genómico*, para incluir otros acuerdos sociales sobre la forma en que queremos vivir. Desafortunadamente, y a pesar de las evidencias científicas sobre los límites biofísicos del planeta, la premisa del crecimiento económico «ilimitado» sigue orientando el ritmo del metabolismo social en nuestra época. El modelo económico actual opera *desconociendo* que es un subsistema del sistema natural finito. Pese a todos los avances que han tenido las ciencias naturales durante los últimos 60 años, es muy poco lo que aun sabemos acerca de la naturaleza. Nos hemos servido de ella para explotarla, dominarla y destruirla, pero también para justificar el egoísmo y edificar sociedades injustas y desiguales (Singer, 1999). Feyerabend (2005, p. 17), en su libro *Adiós a la razón*, señala que la tarea del conocimiento en la actualidad tiene que estar en función de la supervivencia de los seres vivos y de la paz entre los seres humanos y entre éstos y el conjunto de la naturaleza. Esto nos impone el reto de disputarnos tanto un proyecto de sociedad que nos permita reestructurar nuestras relaciones metabólicas, como el mismo concepto de sustentabilidad que debe actuar como derrotero de nuestras intervenciones.

En este sentido, la ecología política (en tanto campo de acción social multidimensional) ha ido comprendiendo la importancia teórico-práctica que tienen las experiencias concretas de los movimientos sociales y de los individuos en la búsqueda por transformar la realidad. David Harvey utiliza la figura del *arquitecto insurgente* para explicar al sujeto de esa transformación. De acuerdo con el antropólogo y geógrafo inglés, “el arquitecto lucha para abrir nuevos espacios de posibilidad para futuras formas de vida social [...], en un mundo lleno de contracciones, de múltiples oposiciones [...] y de desarrollos geográficos desiguales” (Harvey, 2000, p. 119).

En este orden de ideas, líderes sociales como Mariátegui, Chico Mendes y Berta Cáceres (solo por mencionar algunos ejemplos del contexto latinoamericano) son arquitectos en ese preciso sentido. Sus vidas fueron el resultado de circunstancias concretas muy injustas ante las cuales respondieron con vocación crítica y transformadora. El *Ayllu* incaico, la necesidad de orientar el progreso sin destrucción y el llamado a construir sociedades capaces de coexistir de manera justa, digna y por la vida, pueden ser interpretados como esfuerzos arquitectónicos por *rediseñar tecnosferas mal diseñadas*.

Ahora bien, estas experiencias concretas son la razón para que algunos repre-

sentantes de la ecología política afirmen que este campo se caracteriza más por los compromisos que asume, que por su objeto de estudio o por los criterios socio-espaciales con los que opera. Siguiendo a Perreault, Bridge y McCarthy (2015, pp. 7-8) son tres los compromisos que caracterizan a la ecología política:

- a) un *compromiso teórico* con la teoría crítica social y la teoría post-positivista, desde las cuales se abordan las diferentes formas en que es apprehendida y construida la naturaleza por diversos esquemas de conocimiento y organización social;
- b) un *compromiso metodológico* con la investigación cualitativa, la observación directa y la investigación-acción participativa, sin dejar de lado los métodos cuantitativos y el análisis de documentos;
- c) y un *compromiso político* con la justicia socioambiental y la transformación política estructural. La ecología política tiene un carácter normativo explícito que intenta comprender los conflictos socioambientales y ecológico-distributivos, así como las luchas de los sectores marginados y excluidos.

En ese sentido, y parafraseando a Marx, la ecología política no sólo pretende entender el mundo, sino transformarlo.

## Hacia una ecología política de la Biomímesis

Una de las cuatro leyes de la ecología propuestas por Commoner (2014) es que *la naturaleza sabe hacer las cosas mejor*. Bajo este referente conceptual, en los últimos años se ha venido posicionando con fuerza un campo del conocimiento que pretende incorporar enseñanzas “extraídas” de la naturaleza en diferentes campos del diseño. A esta *ciencia*<sup>5</sup> se la conoce con el nombre de biomímesis [*Biomimicry*].

En términos generales, la biomímesis busca estudiar los modelos de la naturaleza para imitarlos y resolver problemas humanos (Benyus, 1997). En la década de los noventa, la biomímesis estuvo asociada a la robótica, contribuyendo significativamente a la construcción de artefactos y máquinas encargadas de desarrollar funciones específicas. Con el tiempo, el interés en esta disciplina fue extendiéndose a diferentes campos de la ciencia aplicada como el perfeccionamiento de materiales (Tatman *et al.*, 2015), el mejoramiento de la movilidad (a partir de la optimización de la cinética de movimiento y la eficiencia energética) (Lurie, 2014), el diseño arquitectónico (Zari, 2010), la hidrodinámica marina (Chu, 2016), la ingeniería de tejidos (Fernandez-Yague *et al.*, 2015), entre otras.

Autores como Benyus (1997), Commoner (1992) y Riechmann (2006) han insistido en la necesidad de que la sociedad aprenda de la naturaleza para incorporar en

los sistemas humanos principios que permitan adaptarse de manera más eficiente y sustentable. El punto de partida es la interpretación de la naturaleza como un *modelo*, a partir del cual se obtiene información útil que puede ser aplicada a *diseños humanos* con el propósito de solucionar determinados problemas. Nuestro planteamiento en este texto es que no todos los diseños que aplican el principio de biomímesis son necesariamente sustentables ni conllevan indefectiblemente a prácticas transformadoras del metabolismo actual. Esto se explica, como se desarrollará a continuación, porque algunos diseños biomiméticos están orientados por criterios de eficiencia económica y, por lo tanto, operan bajo la lógica del mercado, sin interpelar las lógicas que alimentan la insustentabilidad del *Antropoceno*.

### ¿Terra incognita o terra economica?

¿Cómo se construye la naturaleza *desde* la biomímesis? El libro de Janine Benyus, *Biomímesis: innovaciones inspiradas en la naturaleza*, es uno de los trabajos más representativos en el campo de la biomímesis. En este libro, Benyus (1997, p. 2) cuestiona la lógica instrumental de la naturaleza y propone que, en lugar de pensar en aquello que podemos *extraer* de ella, pensemos en aquello que podemos *aprender* de ella. Algunos consideran que se trata de un libro revolucionario “que dispara la imaginación con la excitante posibilidad de tomar los mejores diseños del almacén de invenciones de la naturaleza para aplicarlos al desafío de construir un futuro creativo y sustentable” (citado en Benyus, 1997).

Esto supone entender a la naturaleza como un *modelo*, una *medida* y un *mentor*. De los ecosistemas y los organismos vivos que en ellos habitan, podemos extraer conocimientos prácticos que nos permitan resolver problemas humanos. Esta es una práctica que siempre ha acompañado a la humanidad de una u otra forma, pero lo que propone Benyus es la apropiación consciente de este principio para *enverdecer* la economía: “en efecto, [la biomímesis] puede colocar un pulgar verde en la mano invisible del capitalismo propuesta por Adam Smith” (Benyus, 1997).

Esto coincide con las proyecciones que los organismos de cooperación internacional hacen en relación con las nuevas tecnologías. La Estrategia de Crecimiento Verde de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), por ejemplo, incorpora la biomímesis y la biotecnología como instrumentos útiles para depurar los procesos de degradación ambiental que se derivan del crecimiento económico (OCDE, 2001). Sostienen que un *cambio de paradigma* tecnológico y productivo, inspirado en los procesos naturales, es necesario. De acuerdo con la OCDE, la biomímesis es “el nombre acuñado para este abordaje en el cual los sistemas de producción industrial imitan la naturaleza” (OCDE,

2001, p. 10). Desde esta perspectiva, la biomímesis busca construir una industria verde que obtenga los beneficios de la naturaleza, sin destruirla (Goldstein, y Johnson, 2015, p. 73).

Al igual que la bioeconomía, la biomímesis es optimista en las soluciones que el mercado pueda ofrecer a los problemas ambientales. Desde la década de los 90 del siglo pasado, la biomímesis se ha posicionado como un instrumento de innovación verde que responde a la necesidad de producir nuevas fuentes de riqueza económica y, al mismo tiempo, de promover la conciencia ambiental. Los niveles de productividad alcanzados con la biomímesis, en diversos sectores de la industria, son notables. La organización liderada por Benyus, *Biomimicry 3.8*, es un ejemplo de la rentabilidad que puede alcanzarse imitando la naturaleza. En el marco de una economía de mercado, donde impera la competitividad empresarial y los derechos de propiedad sobre la naturaleza, esta organización se encarga de identificar procesos biológicos que sirvan de inspiración para emprender proyectos rentables. Así entendida, la biomímesis se inscribe en la lógica de la productividad económica.

Desde esta perspectiva, la naturaleza nos provee de nuevos conocimientos y materiales, de forma tal que surgen innovadores insumos y se obtienen novedosos diseños. Sin embargo, en una lógica mercantil y de metabolismo social acelerado, estos eventos recrean los procesos de emplazamiento de la naturaleza, dando forma a nuevas técnicas de instrumentalización. De esta manera, la sustentabilidad ambiental queda subordinada a los designios del desarrollo económico (OCDE, 2001). Allison Bennett & Cas Smith (2011), consultoras en diseños estratégicos, señalan que,

La biomímesis ofrece una ventaja estratégica para el diseño, la investigación y el desarrollo de productos sustentables [...] La biomímesis está impactando una multitud de industrias, y está expandiendo mercados alrededor del mundo.

En este orden de ideas, podríamos decir que *la biomímesis es una estrategia de acumulación de capital*. De acuerdo con Neil Smith (2006, p. 25),

El mercado ha retomado y recolonizado las prácticas ambientalistas. El irreconciliable antagonismo [naturaleza/capital] es reemplazado por la colaboración financiera: “lo que es amable con la naturaleza es también amable con las ganancias” [...] la comodificación y financiarización de la naturaleza, “en su conjunto”, marca una nueva fase de producción de la naturaleza.

Podríamos afirmar que la biomímesis subordina todos los procesos de investigación y producción del conocimiento al mercado, tomando la naturaleza como una fuente de inspiración inmaterial e ilimitada. El acceso a la naturaleza, enten-

dido como la apropiación de un conjunto de saberes que potencialmente pueden ser transformados en capital, depende del éxito de su proceso de privatización intelectual. Goldstein y Johnson (2015, p. 76) advierten que “cualquier promesa que sugiera que la producción biomimética va a generar más ‘relaciones simbióticas, mucho más mutualismo, [y] mucha más cooperación’ no parece factible, ya que los procesos y productos biomiméticos están incrustados e implementados como propiedad privada”.

La industria biomimética se está convirtiendo en un factor de cambio económico al conjugar el conocimiento biológico con la ingeniería comercial. En el año 2010, el *San Diego Zoo Global* publicó un informe en el que señalaban que, a partir del 2025, el campo de la biomimesis podría llegar a representar alrededor de \$300 billones de dólares anuales en el PIB de Estados Unidos (San Diego Zoo Global, 2010).

Podríamos hablar, entonces, de una *biomimesis corporativa*, en tanto parte del supuesto de que el crecimiento económico y la sustentabilidad ambiental no tienen que ser opuestos. Desde esta perspectiva, la biomimesis se enmarca en el metabolismo tecno-industrial al que hacíamos referencia anteriormente. En lugar de introducir principios que nos permitan ajustar el metabolismo material e inmaterial de nuestras sociedades para reconciliar nuestros excesos cuantitativos, la biomimesis los profundiza creando *nuevas naturalezas* susceptibles de ser explotadas y privatizadas a través de formas «novedosas», «innovadoras» y «creativas».

En este orden de ideas, la biomimesis busca incrementar la rentabilidad y, paradójicamente, ayudar a mejorar el medio ambiente. Sin embargo, lo verdaderamente paradójico es que la oposición entre crecimiento económico y sustentabilidad parece haberse diluido. La *ingenuidad humana* funciona muy bien, ya sea para negar o afirmar los problemas humanos. Hoy en día, los problemas ambientales no son un problema para el *establishment*. Al contrario, representa un factor de crecimiento y acumulación de capital muy rentable. El capitalismo se adapta a las crisis que él mismo produce; por eso la llamada crisis ambiental parece representar un nuevo dominio de inversión económica.

Así las cosas, Goldstein (2012) sostiene que la naturaleza producida por la biomimesis queda configurada como *terra economica* siempre disponible para ser utilizada como mercancía. Quizá la *terra incognita* a la que nos empujan las actividades humanas no sea tan desconocida después de todo. Llevamos más de cinco siglos bajo una lógica de *economización del mundo* (Leff, 2005) de la cual no nos hemos liberado aún pero que conocemos muy bien.

## Conclusiones: la biomimesis como estrategia de adaptación

*¿Podemos imaginar una economía que responda a nuestros anhelos de justicia social y que, al mismo tiempo, deconstruya la infraestructura de la catástrofe ambiental que hemos instaurado? ¿Qué formas de conocimiento debemos movilizar para continuar el proceso de construcción y reconstrucción de los sistemas humanos?*

Jesse Goldstein y Elizabeth Johnson, 2015

*Las relaciones dialécticas y metabólicas que tenemos con la naturaleza y, a través de ella y de manera particular, con la naturaleza humana (con sus cualidades y significados especiales), debe ser el fundamento de lo que nosotros, como arquitectos de nuestro futuro y destino, podamos y queramos lograr.*

David Harvey, 2000

*El problema es saber de qué forma se va a vivir de aquí en adelante sobre este planeta, en el contexto de la aceleración de las mutaciones técnico-científicas y del considerable crecimiento demográfico.*

Félix Guattari, 2000

Hay una contradicción evidente entre la aplicación de la biomimesis que abordamos anteriormente y la idea de sustentabilidad ambiental. Como afirman Jesse Goldstein y Elizabeth Johnson, “la biomimesis pone a funcionar a la naturaleza como un participante activo en el negocio del desarrollo social y económico, haciendo que la reproducción de la vida sea equiparable a la expansión del capital” (Goldstein & Johnson, 2015, p. 73). Mientras la biomimesis funcione bajo los criterios del mercado no podrá contribuir significativamente a la construcción de una tecnosfera sustentable. Aprender de la naturaleza para hacer negocios no contribuye, en ningún sentido, a producir un metabolismo social sustentable. Pero hay otras posibilidades desde las cuales podemos aplicar este principio.

En efecto, así lo han expuesto Lewis Mumford (1992) y Barry Commoner (1992) y más recientemente Jorge Riechmann (2006) y Jesse Goldstein (2012), entre otros. Estos biólogos, sociólogos, ecólogos y filósofos, en su mayoría de orientación marxista, han señalado la importancia de *imitar* a la naturaleza a la hora de reconstruir sistemas humanos. La «economía centrada en la vida» que propuso Mumford (1992, p. 324) es un claro ejemplo de esto.

Ante la aparición del *Antropoceno* como una nueva época geológica, aún no confirmada, pero por lo pronto muy sugestiva en tanto concepto sociológico, es necesario repensar los criterios desde los cuales estamos *haciendo* el mundo. La ecología política nos puede orientar en la tarea de encausar la biomimesis como una estrategia para *(re)hacer* el mundo bajo criterios de sustentabilidad que satisfagan los parámetros de funcionamiento ecológico del planeta.

El binomio *bio-mimesis* hace referencia a la vida o naturaleza, *bios*, y a la acción

de imitar, *mimesis*. Lo que cabe señalar es que ambos conceptos están determinados histórica y socialmente. Con esto no estamos sugiriendo que la naturaleza sea una construcción social carente de realidad objetiva. Lo que estamos señalando es que la sociedad, al estar embebida *en* la naturaleza, interactúa permanentemente en ella alterando física y conceptualmente los demás elementos que la componen. De manera que, para nosotros como especie humana, la «naturaleza» no siempre significa lo mismo. Su significado depende del contexto social, de las relaciones de poder, del paradigma científico dominante, de las relaciones sociales de producción, etc.

En este orden de ideas, problematizar el concepto de «naturaleza» construido desde la biomimesis corporativa, implica cuestionar la matriz ideológica, epistemológica y política que le confiere sentido. La «naturaleza», en tanto *terra economica o banco de ideas*, está sometida a ciertas lógicas “cuya fértil potencialidad acaba siendo materializada en un sistema procedimental de diseño e innovación para ser introducida, posteriormente, dentro de la lógica competitiva del mercado” (Sierra & Kuiru, 2014, p. 92). El *diseño* de la tecnósfera está subordinado a las formas en que se construye y sistematiza la naturaleza y a las relaciones de poder que las sustentan y promueven. Las explicaciones dominantes sobre la relación sociedad / naturaleza tienen un carácter político que casi siempre se oculta bajo una supuesta «neutralidad».

La llamada crisis ambiental es el síntoma de contradicciones políticas que no se pueden observar tan fácilmente y que, por esa misma razón, son ignoradas en la mayoría de los casos. De cómo identifiquemos y cuestionemos los *poderes* detrás de los supuestos «consensos» a los que hemos llegado como sociedad, dependerá la posibilidad de superar eficazmente la crisis ambiental que hoy estamos viviendo. En este sentido, el principio de biomimesis puede jugar un papel importante, ya no en función de los procesos de acumulación de capital, sino en la construcción de una economía realmente sustentable. *La racionalidad alternativa* de Mariátegui, por ejemplo, nos invita a reivindicar economías más orgánicas que nos puedan servir como modelo para construir sistemas humanos adaptados a las condiciones ecológicas y a los desafíos sociales, políticos y éticos existentes.

Por otro lado, es necesario replantear la metodología desde la cual opera la biomimesis corporativa enfocada en extraer conocimientos de la naturaleza para hacerlos funcionales a los intereses del mercado. Orientar los resultados de la biomimesis a un objetivo social colectivo depende de los métodos con los que se aborde la realidad y los propósitos que guíen la investigación. Sin un compromiso metodológico para comprender la complejidad de las relaciones simbióticas entre sociedad y naturaleza e identificar sus tensiones, contradicciones y contingencias, nuestra perspectiva continuará inscrita en la mera instrumentalización económica (Jiménez & Ramírez, 2016).

Así las cosas, la biomímesis corporativa no da lugar a nuevas prácticas políticas. Al contrario, intensifica la violencia de las ya existentes. La sustentabilidad requiere una renovación de las prácticas políticas que nos permita disputar otros proyectos de sustentabilidad basados en una comprensión del metabolismo y en una caracterización de la realidad que tenga en cuenta su complejidad. Hay que reconocer que los problemas de deterioro ambiental son causa y efecto de conflictos políticos, pero también inspiran marcos interpretativos de la naturaleza y orientan el despliegue de diseños estructurales que impulsan procesos metabólicos con el potencial de producir cambios cualitativos en la naturaleza.

Esto nos ubica en la definición que Riechmann (2006, p. 201) hace de biomímesis como “una estrategia de *reinserción de los sistemas humanos dentro de los sistemas naturales*”, para ajustar los primeros a las condiciones del sistema Tierra y así reconstruir ecológicamente la economía. Esto supone una reflexión profunda sobre qué tipo de acciones tenemos que llevar a cabo para generar este proceso de ajuste y reinserción.

#### NOTAS

<sup>1</sup> El término fue utilizado anteriormente en el siglo XX por el geólogo soviético Aleksei Petrovich Pavlov (1922) y por el biólogo marino estadounidense Eugene Stoermer (1980), pero sólo con Crutzen logró posicionarse con fuerza. Hasta la fecha, se han publicado libros y artículos, novelas e incluso trabajos musicales sobre el tema.

<sup>2</sup> El informe está publicado en inglés como *Global Change and Earth System: A Planet Under Pressure*.

<sup>3</sup> Vladimir Vernadsky utilizó este término para referirse a la superficie de la Tierra donde se produce y habita la vida. Incluye la litosfera, la hidrosfera y la troposfera.

<sup>4</sup> El concepto de «naturaleza» usualmente hace referencia a aquello que es contrario a «la cultura» o a «lo humano». Esta definición es común en los círculos del ambientalismo conservacionista y preservacionista de principios del siglo XX.

<sup>5</sup> En el trabajo de Janine Benyus se hace referencia a la biomímesis como ciencia. Sin embargo, para nosotros es un tema muy debatible, por lo que preferimos entenderla como un campo, una estrategia o un principio.



## BIBLIOGRAFÍA

- BENYUS, J. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by Nature*. Nueva York: Harper Collins Publishers.
- BERNETT, A. & SMITH, C. (2015) Nature and Business: Developing a Sustainable Society Together. *Biomimicry Institute*. Obtenido de [https://biomimicry.org/nature-business/#.V\\_wLUvnhBD8](https://biomimicry.org/nature-business/#.V_wLUvnhBD8) (consultado en agosto del 2017).
- BLOCH, E. (1977). *El principio esperanza*. Madrid: Aguilar.
- BRONDIZIO, E. & SYVITSKI, J. (2016). Editorial: The Anthropocene. *Global Environmental Change*, 39, 316-317.
- CANO, O. (2017). Capitaloceno y adaptación elitista. *Ecología Política*, 53, 8-11.
- CAPRA, F. (1996). *The web of life: a new scientific understanding of living systems*. New York: Anchor Books.
- CARRIL, L., CARDOSO, A., & MARCELLESI, F. (2017). Editorial. *Ecología Política*, 53, 4-6.
- CHU, Y. (2016). A new biomimicry marine current turbine: Study of hydrodynamic performance and wake using software OpenFOAM. *Journal of Hydrodynamic*, 28(1), 125-141.
- COMMONER, B. (1992). *En paz con el planeta*. Barcelona: Editorial Crítica.
- COMMONER, B. (2014). *The closing circle: Nature, Man, and Technology*. Knopf Books: Kindle Edition.
- CRUTZEN, P., & STOERMER, E. (2000). The «Anthropocene». *Global Change News* 1., 41, 17-18, International Geosphere Biosphere Program (IGBP).
- ERNST, B. (1977). *El principio esperanza*. Madrid: Aguilar.
- FERNANDEZ-YAGUE, M., ABBAS, S., MCNAMARA, L., et al. (2015). Biomimetic approaches in bone tissue engineering: Integrating biological and physico mechanical strategies. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 84: 1-29.
- FEYERABEND, P. (2005). *Adiós a la razón*. Madrid: Editorial Tecnos.
- FISCHER-KOWALSKI, M. & HABERL, H. (2000). El metabolismo socioeconómico. *Ecología política*, 19, 21-34.
- GOLDSTEIN, J. & JOHNSON, E. (2015). Biomimicry: New Natures, New Enclosures. *Theory, Culture, Society*, 32(1), 61-81.
- GOLDSTEIN, J. (2012). Terra Economica: Waste and the Production of Enclosed Nature. *Antipode*, 45(2), 357-375.
- GUATTARI, F. (2000). *Las tres ecologías*. Valencia: Pre-Textos.
- HAMILTON, C. & GRINEVALD, J. (2015). Was the Anthropocene anticipated? *The Anthropocene Review*, 2(1), 59-72. Publicación en línea. DOI: 10.1177 / 2053019614567155 (consultado en agosto del 2017).
- HARVEY, D. (2000). *Spaces of Hope*. Edinburg: Edinburg University Press.
- HORKHEIMER, M. & ADORNO, T. (2009). *Dialéctica de la Ilustración*. Madrid: Editorial Trotta.
- JIMÉNEZ, N. & RAMÍREZ, O. (2016). Biomímesis: una propuesta ética y técnica para reorientar la ingeniería por los senderos de la sustentabilidad. *Gestión y Ambiente*, 19(1), 155-166.
- JIMÉNEZ, N. & RAMÍREZ, O. (2017). Biomímesis y adaptación tecnológica en el Antropoceno: Una lectura desde la ecología política. *Ecología Política*, 53, 56-60.
- JOHNSTON, I. (2015). Did oil giant ExxonMobil know about climate change in 1981? *In-*

- dependent*. Obtenido de <http://www.independent.co.uk/environment/climate-change/did-oil-giant-exxonmobil-know-about-climate-change-in-1981-10376666.html> (consultado en enero de 2018).
- KLEIN, N. (2007). *La doctrina del shock: el auge del capitalismo del desastre*. Barcelona: Paidós.
- LATOUR, B. (2017). *Cara a cara con el planeta: Una nueva mirada sobre el cambio climático alejada de las posiciones apocalípticas*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- LEFF, E. (2005, Octubre). *La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza*. En Seminario Internacional REG GEN: Alternativas Globalizaçã. UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Rio de Janeiro, Brasil.
- LEFF, E. (2014). *La apuesta por la vida. Imaginación sociológica e imaginarios sociales en los territorios ambientales del sur*. México D.C: Siglo XXI Editores.
- LOVELOCK, J. (2007). *La venganza de la tierra, la teoría de Gaia y el futuro de la humanidad*. Barcelona: Editorial Planeta.
- LURIE, E. (2014). Product and technology innovation: What can biomimicry inspire? *Biotechnology Advances*, 32(8), 1494-1505.
- MARX, K. (2001). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política* (Vol. 1). Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- MATHEWS, F. (2011). Towards a Deeper Philosophy of Biomimicry. *Organization & Environment*, 24(4), 364-387.
- MOORE, J. W. (2014). Toward a Singular Metabolism: Epistemic Rifts and Environment Making in the Capitalist World-Ecology. *New Geographies*, 6, 10-19.
- MUMFORD, L. (1992). *Técnica y civilización*. Madrid: Editorial Alianza.
- OCDE, (2001). *The application of biotechnology to industrial sustainability*. Obtenido de <https://www.oecd.org/sti/biotech/1947629.pdf> (consultado en agosto de 2016).
- ODUM, E. (1953). *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- ORWELL, G. (2013). 1984. Houghton Mifflin Harcourt. Kindle edition.
- PARTRIDGE, E. (2001). *Perilous optimism*. University of California. Obtenido de <http://gadfly.igc.org/papers/cornuc.htm> (consultado en diciembre de 2017).
- PERREAULT, T., BRIDGE, G. & MCCARTHY, J. (2015). *The Routledge Handbook of Political Ecology*. New York, NY: Routledge.
- RIECHMANN, J. (2006). *Biomímesis: Ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*. Madrid: Editorial Catarata.
- SAN DIEGO ZOO GLOBAL, (2010). Global Biomimicry Efforts: An Economic Game Changer. *Fermanian Business & Economic Institute*, November.
- SIERRA, C & KUIRU, N. (2014). Biomímesis: nuevos horizontes de sostenibilidad y tendencias globales de la praxis tecno-científica en el mundo contemporáneo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(2), 85-98.
- SINGER, P. (1999). *Una izquierda darwiniana, Política, evolución y cooperación*. Barcelona: Editorial Crítica.
- SLOTERDIJK, P. (2013). *Crítica de la razón cínica*. Madrid: Siruela.
- SMITH, N. (2006). Nature as Accumulation Strategy. *Socialist Register*, 16-36.
- STEFFEN, W., CRUTZEN, P., MCNEILL, J. (2007). The Anthropocene: Are Humans Now

- Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio* 36(8), 614-621.
- STEFFEN, W., SANDERSON, A. & TYSON, P., et al. (2004). *Global Change and the Earth System: A Planet under Pressure*. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag.
- TATMAN, P., GERULL, W., SWEENEY-EASTER, S., DAVIS, J., GEE, A. y KIM, D. (2015). Multiscale Biofabrication of Articular Cartilage: Bioinspired and Biomimetic Approaches. *Tissue engineering, Part B*, 21(6), 543-59.
- TAYLOR, M. (2015). *The Political Ecology of Climate Change Adaptation*. New York: Routledge.
- THE WORLD BANK. (2013). *Risk and Opportunity: Managing Risk for Development*. Washington: The World Bank.
- TOLEDO, V. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones*, 136, 41-71.
- VALENCIA, N. (1999). *Pachamama, revelación del Dios creador*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- VON BERTALANFFY, L. (1969). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller Inc.
- WARK, Mc. (2015). (Social) Theory for the Anthropocene. En *ISA*. Versión digital: <http://futureswewant.net/mckenzie-wark-anthropocene/>.
- WERMUS, D. (2002). *¡Madre Tierra! Por el renacimiento indígena*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- WHITEHEAD, A. N. (1978). *Process and reality*. New York: The Free Press.
- ZALASIEWICZ, J., Waters, C., Williams, M., et al. (2015). When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, 383, 196-203.
- ZARI, M. (2010). Biomimetic design for climate change adaptation and mitigation. *Architectural Science Review*, 53(2), 172-183.
- ŽIŽEK, S. (1989). *The sublime object of ideology*. New York: Verso.