

Paper

Hacia una Ecología de las Realidades. La evolución de las culturas digitales

Lisnovsky, Martín

martin.lisnovsky@fadu.uba.ar

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y
Urbanismo. Centro Poiesis FADU y Programa: Semiótica del Espacio
– Teoría del Diseño.

Buenos Aires, Argentina

Directora de Tesis: Dra. Speziale, Annabella

Codirector de Tesis: Dr. Eliashev, Federico

Línea temática 1. Categorías y enfoques (teoría y praxis)

Palabras clave

Convergencia, ecología posthumanista,
Interescalaridad, inteligencia artificial, emergencia

Resumen

La necesidad de construcción en tiempo real de las categorías vinculadas a lo digital dentro del campo disciplinar de la arquitectura, y la aceleración de algunos procesos recientes que plantean otras relaciones con la historia, han determinado a partir de los métodos operativos una generalización del término que no colabora y confunde en el establecimiento de un orden general y de los conceptos, procesos y objetos que caracterizan los posibles subcampos de investigación; una nueva organización reorientará tanto la proyección a futuro como las pautas y objetivos para establecer una arqueología complementaria o una historia expandida que incluya nuevas relaciones con

nuestro tiempo y con nuestra disciplina arquitectónica. La simple vinculación con lo computacional, lo informacional o lo biomórfico ha quedado desactualizada mediante el aporte de la multiplicidad de ensamblajes desde los cuales se alimentan las investigaciones actuales. Conformando el presente de las estrategias colectivas iniciadas en la conceptualización de lo moderno, es pertinente detectar en las telarañas de la complejidad las diversas líneas que emergen en esta segunda generación, dominada por el entusiasmo y el potencial de la Inteligencia Artificial. Dejando de lado un término posible pero quizás excluyente -como pudo haber sido hace un siglo atrás las denominaciones sobre lo *eléctrico* o lo *futurista*-, considerar las vinculaciones desde diversas áreas del conocimiento sugeridas por las culturas digitales asociadas a proyectos arquitectónicos: se propone partir de una concepción de la *Ecología* primero como marco de las relaciones interactivas e interdisciplinarias, y luego como una narrativa organizadora central en las relaciones posthumanistas entre la naturaleza, el ser humano y lo artificial. Reconsiderando el panorama biotecnológico propuesto hace tres décadas por Sanford Kwinter, la reorganización permitirá simplificar procedimientos superpuestos entre disciplinas y tecnologías, tomando conciencia de las oportunidades del nuevo campo de acción.

Introducción: El salto energético-informativo

Grandes avances en la historia de la civilización han sido impulsados por aumentos significativos en los flujos de energía. Infieren un cambio en la escala y en los tiempos, lo que a su vez establece una concepción más amplia y compleja del universo que nos rodea. Si aceptamos la idea de Sanford Kwinter sobre la relación equivalente entre energía e información¹, la comprensión de una estructura indivisible y continua entre la micro y la macro escala ahora incorpora la multidimensionalidad de lo artificial y de lo virtual. El salto del conocimiento desde los ojos de los átomos, las moléculas y las células de la revolución científica pueden complementarse en nuestro presente con el salto del conocimiento gracias a las tecnologías del universo de datos y las automatizaciones de los procesos de la información. La virtualización del ambiente físico y la materialización del ambiente virtual, los desarrollos convergentes con cambios de mayor impacto en los años recientes infieren la conformación de una matriz mixta universal. La emergente aceleración de inteligencias extendidas artificiales está siendo contrarrestada por las críticas y los debates desde las disciplinas ligadas a la gran *Historia Natural*²; la tensión entre ambas comienza a definir una actualidad con identidad propia, continuadora de las plataformas de las culturas digitales, los ecosistemas productivos y el lenguaje común de la generación anterior.

El término *digital* ha quedado superado por el desplazamiento constante y el crecimiento exponencial de las refracciones tecnológicas y culturales que iniciaron su impacto con una renovada sociedad de la información, ahora acelerando en la hiper-tentacularidad de las redes interescales. Es representativo de la generación de cambio de siglo (1990-2010) y si bien mantiene un vínculo propio con las arqueologías de la modernidad, la generalidad del término ya no representa o sintetiza a la producción actual. La distancia con aquellos primeros años nos sugiere una comprensión a partir de continuidades y no de disrupciones con el proceso del ingreso masivo de las culturas digitales en arquitectura: dejar de observarlo como un paradigma o como una revolución. Señala Lluís Ortega que en el modelo planteado por Kuhn “... éste identifica una revolución científica con aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en los que se sustituye, completa o parcialmente, un antiguo paradigma por otro nuevo e incompatible con el anterior...en este sentido las afirmaciones científicas que definen el impacto digital como una revolución o un cambio de paradigma deberían entenderse (en arquitectura) en clave metafórica, nunca analítica...”³ La arquitectura no es una ciencia dura, descubre cambios y reenfoques, pero nunca llegan a ser tan radicales. No obstante, a pesar de que las modificaciones técnicas y operativas no implican por sí solas un paradigma, el establecimiento de un ecosistema productivo integral hacia el 2010 comparte algunas características propias de ello.

1 Kwinter, Sanford, (1995). *The cruelty of numbers*. En: (2008) *Far from equilibrium*.

2 término utilizado en referencia a la obra de Plinio el viejo y aplicado en el presente texto a la historia de la naturaleza, su evolución y la relación con el Universo.

3 Ortega, Lluís, (2017). *El diseñador total. Autoría en la Arquitectura de la época posdigital*.

Desarrollado en la tesis de maestría¹ la indagación sobre los últimos dos siglos desarticula algunos mitos de la arquitectura moderna para expandir sus vinculaciones con historias de otros campos del conocimiento, en otros tiempos y en otras geografías, recuperando lazos con la imaginación y con las herramientas: una arqueología evolutiva que inclusive pueda extender sus lazos con el mecanismo de Anticitera, el compendio de Al Jazari y los autómatas en el siglo XII, los lugares legendarios invocados por Umberto Eco o el *Ars Magna* de Ramon Llull. Señala Andrew Witt² que, si la historia de nuestra disciplina hubiera adoptado el conocimiento instrumental como un aspecto integral de la cultura arquitectónica, comprenderíamos una trayectoria ininterrumpida de innovación técnica en la cultura actual como parte de una historia integral y epistemológica desde, por lo menos, comienzos del siglo XIX. Estas referencias invitan a reconocer diversos elementos, procesos y recursos para aplicarlos en la actualidad a través de otras mesetas operativas.

Las tecnologías provocaron cambios en las metodologías y replanteos disciplinares. El traspaso no fue instantáneo, la disciplina informática por sí sola no modificó la arquitectura sino que ha estado acompañando la paulatina construcción de una vasta red que consolidó una estructura propia en cuatro etapas y durante dos décadas. La tesis citada fue acompañada en simultáneo por Manuel deLanda en una lectura genealógica del campo de la Química³. En dicho texto, el proceso inicia con los desarrollos personales, la multiplicidad de herramientas cognitivas, la especialización del manejo de recursos, la hibridación de las herramientas y el conocimiento y, finalmente, el establecimiento de las convenciones, los límites y la autoridad de la disciplina. La misma estructura evolutiva había sido reconocida en la arquitectura del cambio de siglo: desde la exploración del potencial sobre la geometría y la morfología, la incorporación de la complejidad y precisión técnica-científica, la promoción del conocimiento técnico en un impacto profesional colectivo y cultural a través del lenguaje Informativo universal y, finalmente, el consenso en los protocolos -en sus modelos y sistemas productivos- que conformaron el crecimiento masivo y el salto final de lo digital en arquitectura. Podríamos esquematizar una evolución similar para una segunda generación, casi como una hoja de ruta que facilite una primera comprensión histórica y crítica desde el 2010.

La emergencia de la Inteligencia Artificial en la segunda generación

La primera generación involucrada en las culturas digitales promovió el libre desplazamiento entre el diseño, la naturaleza y el paisaje tecnológico a través del lenguaje común de la información y de los protocolos consensuados en toda la cadena productiva. Esta nueva autopista de conexiones ha sido la plataforma para que la generación siguiente pueda consolidar los vínculos transdisciplinarios. Los logros de la virtualidad expandieron y transformaron las

¹ Lisnovsky, Martín, (marzo 2020). *El Universo Expandido. La Arquitectura en la formación de los Ecosistemas Productivos Digitales*. Tesis de la Maestría en Historia y Crítica.

² Witt, Andrew, (2022). *Formulations. Architecture, Mathematics, Culture*.

³ deLanda, Manuel, (2019). *Philosophical Chemistry. Genealogy of a scientific field*.

capacidades materiales, la exploración de eficiencias híbridas, la generación morfológica desde la materia y las manufacturas colectivas. Física, química y biología estuvieron sobre el tablero para expandir los recursos y sus capacidades progresando creativamente desde lo micro en la naturaleza: una continuidad proveniente tanto del trabajo de D`arcy W.Thompson como del sueño de Hiroshi Ishii iniciando la unión de los átomos y los bits. Esta cultura *maker* recuperó la sensibilidad háptica en las terminaciones de los materiales, olvidada durante fragmentos del período moderno. Gestos volumétricos decididamente más físicos que ópticos, envolventes con fachadas profundas y carácter tridimensional han adquirido impensados niveles de precisión tanto en la logística como en la iteración robótica, enriqueciendo la interacción con la producción y el entorno físico. Sensores para la lectura de puntos en el espacio y/o en el tiempo completaron los pocos casilleros que faltaban en los ecosistemas productivos. Las interacciones en tiempo real fueron consolidando un menú imaginativo de recursos que hoy está al alcance profesional. Mientras tanto, la ciencia de datos iniciaba un nuevo salto generacional.¹

En la última década, la necesidad de automatización de la complejidad incentivó los desarrollos en Inteligencia Artificial (I.A.), cuyo origen acompaña al nacimiento mismo de la informática, en sus diferentes acepciones y capacidades. La búsqueda de una herramienta síntesis como había sido entonces la plataforma CAD/BIM para el universo digital a fines de siglo pasado, ahora es ocupado por el motor de la I.A. y los entrenamientos vía automatizaciones y grandes bases de datos que tienden al infinito. La implementación de estas automatizaciones que expanden la inteligencia a todas las disciplinas ha tomado por asalto la actualidad del diseño y de la cultura en general. Una *electricidad inteligente* según Martin Ford², un *nuevo fuego* para Ben Buchanan³, ambas interpretaciones o metáforas que ejemplifican tanto la capacidad del recurso, así como su utilización en todas las redes y ecologías posibles. Si el salto energético-informativo permite acceder a nuevas escalas de comprensión de la realidad, las I.A. navegan con otra potencia desplazando los límites del conocimiento. En los años siguientes, tendremos cada vez más I.A en casi todas las herramientas, alcanzando entonces una nueva transparencia o forma de invisibilidad como sucedió con las redes de infraestructura, los sistemas operativos, los programas de diseño, los protocolos e internet. El amplio despliegue de las redes neuronales recuerda tanto el entusiasmo por las simulaciones en los primeros entornos con interfaz gráfico en Palo Alto de mecanismos ligados al arte -el Piano o el Paint-, como al impulso de los primeros renders y sus exploraciones morfológicas a comienzos de los 1990s. Aquél impulso de Alan Kay por la comprensión de las nuevas capacidades hoy continúan en los sistemas generativos por I.A.: textos a imágenes (T2I), textos a video (T2V), textos a audio (T2A), textos a textos (T2T), textos a NFT (T2N), textos a 3D (T2D), cerebro a texto (B2T), y todas las combinaciones que conformarán una ecología herramental rizomática y

¹ Gengagel, Baverel, Burry, Ramsgaard Thomsen y Weinzierl, (Ed.), (2020). *Impact: Design with all senses*.

² Ford, Martin, (2018). *Architects of Intelligence. The truth about AI from the people building it*.

³ Buchanan, Ben y Imbrie, Andrew, (2022). *The New Fire. War, Peace, and Democracy in the Age of AI*.

emergente¹. En los modelos matemáticos, estas redes -las neuronas, unidades de procesamiento de información- y las sinapsis de las redes -conexiones que controlan el flujo de información entre unidades- funcionan como un alfabeto cuyo lenguaje construirá todo tipo de relaciones entre cuerpos de conocimiento y capacidades técnicas -como en el *Gran Motor de Lagado* de los viajes de Gulliver o en la *Biblioteca de Babel* de Jorge Luis Borges-; esta impronta cultural posee similares características a la revolución científica y al surgimiento de un método que iluminó -y ordenó- umbrales de conocimiento impensados solo una generación anterior. Mientras asoma en el horizonte el salto de la computación cuántica.

Pensar y actuar, humana y racionalmente

El texto referencia de Stuart Russell² esquematiza cuatro campos a partir del entrecruzamiento de dos pares de variables: pensar y actuar, humana y racionalmente. Traducido en los proyectos actuales, hay dos ejes claros de objetivos: explorar y optimizar, ir en búsqueda de lo nuevo posible y mejorar la eficiencia de los procesos existentes. Uno quiere expandir territorios creativos no explorados, quizás imprevistos, emergentes; otro encontrar nuevos mecanismos para procesos actuales, de cálculo preciso y en control permanente. Sobre el primero merecería un desarrollo independiente y presenta hoy -julio 2022- la mayor cantidad de publicaciones, desde las alucinaciones maquínicas de Refik Anadol, las ecologías neuronales de Matías del Campo, la logística para inspirar progresivos encuentros tridimensionales de Daniel Bolojan en su DeepHimmelb(l)au, la multiplicidad de ucronías eclécticas con rasgos de magia latina de Cesare Battelli y la búsqueda de nuevos horizontes de reflexión intuitivo-científico en Thom Mayne. Trasladar los GANs a la producción física de la arquitectura presenta por ahora una restricción concreta, un problema que nos remite nuevamente a los desafíos de tres décadas atrás³. Pero es solo una cuestión de tiempo, quizás de días. El segundo descansa en la lógica de la previsión, la capacidad de organizar todo el proceso que involucra un proyecto no solamente detectando cuándo y cómo suceden las cosas sino de qué manera se optimizan recursos sin generar redundancia o contradicciones⁴; con el tiempo y lejos de mantenerse en áreas diferenciadas, ambas están logrando entrecruzar sus objetivos: buscar la eficiencia en los recursos destinados a la creatividad, ser creativos en nuevos caminos de eficiencia, estrategias necesarias para superar los desafíos de inéditas complejidades. Gilbert Simondon menciona que cuando el avance de la tecnología se acelera y separa de la cultura de las instituciones, las técnicas continúan su evolución en lugares concentrados hasta que el tiempo las

¹ Seleccionados de la tabla *Generative A.I.* de @EtherSiim y @aaronsiim

² Russell, Stuart y Norvig, Peter, (Ed.), (1995). *Artificial Intelligence. A Modern Approach*.

³ Referencias extraídas de: Leach, Neil, (2022). *Architecture in the Age of Artificial Intelligence. An introduction to A.I. for architects*; del Campo, Matías y Leach, Neil, (Ed.), (2022). *Machine Hallucinations: Architecture and Artificial Intelligence* y Chaillou, Stanislas, (Ed.), (2022). *Artificial Intelligence and Architecture. From Research to Practice*.

⁴ sobre el punto se recomienda: Bernstein, Phil, (2022). *Machine Learning. Architecture in the Age of Artificial Intelligence* y As, Imdat; Basu, Prithwish y Talwar, Pratap, (Ed.), (2022). *Artificial Intelligence in Urban Planning and Design. Technologies, Implementation, and Impacts*.

equilibre nuevamente, ingresando en un nuevo ciclo de sincretismos con la cultura¹: estamos viviendo el desarrollo de las I.A. por fuera de los centros expandiéndose masivamente en todas las actividades y herramientas: A.A. aplicado al diseño, predicciones sobre el cambio climático, modelos colectivos interdisciplinarios, creatividad y *design thinking* en interacciones entre seres vivos y artificiales, diseño evolutivo y generativo, ambientes interactivos y biodiseño, hibridaciones de materiales y métodos manufacturas, teoría, lazos filosóficos y metodologías en investigaciones sobre diseño y modelos analíticos urbanos con I.A., y la expansión acelerada de los campos de la Realidad Extendida (R.X.), la Realidad Virtual (R.V.) y la Realidad Mixta (R.M.).

De las actividades lúdicas creativas a la búsqueda de eficacias

Mario Carpo advertía que los códigos algorítmicos eran capaces de pensar mejor en asociaciones transversales dentro de bases de datos, previendo que quedaría superado el modelo de carpetas y subcarpetas del orden enciclopédico²; esto estimularía los cambios proyectuales que buscarían así los antecedentes en el Big Data de los elementos similares para optimizarlos según determinado criterio u objetivo de diseño. Es oportuno recuperar el concepto de *conocimiento encapsulado*³, que nos lleva al siglo XVIII cuando diversas disciplinas con campos comunes lograron desarrollar herramientas a partir de la convergencia del conocimiento, construyendo herramientas mecánicas que extendían las habilidades humanas tanto en precisión como en capacidad iterativa y potencial expresivo: como ejemplo cito el lápiz geométrico de Giambattista Suardi de mediados del siglo XVIII o las maquetas de cuerdas creadas por el alumno de Gaspard Monge, Théodore Olivier, para determinar superficies regladas. En el presente, la herencia común de aquellos instrumentos son las capacidades del código y sus automatizaciones de aplicación. Los motores de I.A. representan un conocimiento encapsulado técnico y disponible para el diseño sin otra necesidad operativa mínima que la comprensión de los alcances de su uso.

En cuanto a eficacia, las I.A. se enfocan en buscar todas las soluciones potenciales, despreciando en la totalidad de vinculaciones al espacio libre y creativo de asociación de agentes: modifica la estrategia de tal manera que subordina la *recherche patiente* a meras variables. Pero en el campo creativo, la selección y el análisis de las variables invierte ese proceso recuperando el paulatino descubrimiento y el motor mágico de las relaciones emergentes. Promoviendo un entusiasmo que recuerda la fascinación por las primeras acrobacias morfológicas de los programas CAD, este motor mágico se luce en plataformas como *Midjourney* o *Dall-e*⁴, relacionando palabras y significados con infinitas bibliotecas para la creación de imaginarios gráficos, una serendipia

¹ Simondon, Gilbert, (1961). *Psicosociología de la tecnicidad*. En: Simondon, Gilbert, (2014) *Sobre la técnica (1953-1983)*.

² Carpo, Mario, (2017). *The second digital turn. Design beyond intelligence*.

³ Witt, Andrew, (2022). *Formulations*.

⁴ ver el panorama actual en: *DigitalFUTURES Talk: The AI Design Revolution: DALL-E vs MidJourney*, 20/08/22, <https://youtu.be/ButDfjQohB0>

cercana a las traducciones intersemióticas planteadas por Carlos Campos¹. Lev Manovich, un referente del estudio de los nuevos medios digitales ha estado analizando el último año la relación entre I.A. y creatividad casi en tiempo real, tanto con la publicación del libro crítico liberado paulatinamente por capítulos mensuales como las críticas desde las redes sociales de sus exploraciones con *Midjourney*.²

Algunas empresas enfocadas en optimización del diseño en el ambiente físico, como *Spacemaker* han planteado estrategias para el análisis técnico del diseño frente a las condiciones de su ambiente, exponiendo los problemas a un número infinito de variables hasta detectar la solución óptima ante cada caso y verificar que, según algún criterio predefinido, el proyecto es el indicado para desarrollar. Desde Shezhen, otro grupo opera sobre el diseño arquitectónico y la planificación urbana, *Xkool Technology*, enfocándose en la capacidad del Aprendizaje Profundo (A.P., *Deep Learning*) más ligado a la emulación del funcionamiento del cerebro; se organizan en cuatro etapas preestablecidas: reconocimiento, evaluación, reconstrucción y generación; su búsqueda les permitió otorgar materialidad y un importante grado de detalles constructivos.

La necesidad de deconstrucción del proceso de diseño para traducirlo en un conjunto lógico recuerda propuestas sobre el aspecto científico del mismo, tanto en Herbert Simon³ como en Tomás Maldonado⁴. El campo creativo concentra el debate; en una etapa posterior descubrirá un carácter propio en diferentes especializaciones y subordinando el trabajo profesional a un área aún incierta dentro del proceso proyectual/productivo. Algunas técnicas y capacidades humanas se verán superadas y relegadas a la nostalgia, otras se expandirán a una escala sin precedentes, integrando las Realidades y las percepciones hacia ellas. Aunque se presenten las I.A. como inteligencias extendidas que favorecen la sinergia entre cuerpo, mente y máquinas, existe un claro riesgo de que se impongan con la misma prepotencia con que han irrumpido. Como señala Éric Sadin, la precisión de su naturaleza matemática elimina la ambigüedad del lenguaje y las situaciones humanas: en cuanto a eficiencia y predilección, las I.A. tendrán casi la exclusividad del control.

El enfoque desde una condición posthumana

En el surgimiento de las culturas digitales en arquitectura, la reacción contra el fervor frente a los monitores partía desde lo tectónico⁵ y desde la sensibilidad hacia lo háptico-material⁶; luego de un periodo de convergencias y ensamblajes fueron encontrando una identidad común, celebrada por interpretaciones desde los procesos digitales hacia el texto de Sennett⁷. Es posible sugerir que, en la segunda generación, los colectivos inteligentes artificiales ven surgir su propia némesis, ya no respondiendo a la escala de las capacidades humanas sino a

¹ Campos, Carlos, (2014). *Traducciones intersemióticas (la sustitución digital y la restitución analógica)*. Tesis doctoral.

² ver: <http://manovich.net/>

³ Simon, Herbert A, (1969). *The Science of Design: Creating the Artificial*. En: *The Science of the Artificial*.

⁴ Maldonado, Tomás y Bonsiepe, Gui, (1964). *Ciencia y diseño*. En: "Ulm" núm 10/11.

⁵ Frampton, Kenneth, (1995). *Estudios sobre cultura tectónica*.

⁶ Pallasmaa, Juhani, (1996). *Los ojos de la piel*.

⁷ Sennett, Richard, (2008). *El artesano*.

los flujos del planeta y de su evolución: las inteligencias naturales vinculadas a la vida y a las energías, a diferentes escalas en el tiempo y el espacio y no fácilmente perceptibles para el ser humano. La prepotencia de la I.A. es cuestionada desde los campos de lo real, lo físico y lo natural: esta postura ha crecido reaccionando primero en el cambio climático y luego a través de la pandemia de estos años.

Para determinar un posible enfoque que contemple el salto mencionado en el inicio del texto, se propone como eje narrativo un marco ontológico que parta de las nuevas historias integrales como *Sapiens*¹ o *La gran historia de todo*², ubicando al ser humano en otra escala respecto al tiempo, a la evolución y al universo³. Se acepta entonces una condición posthumana, que en palabras de Rosi Braidotti refiere tanto al presente posthumanista como al presente postantropocéntrico⁴. El Antropoceno refleja una conciencia crítica respecto al impacto del ambiente común a los abordajes disciplinares sobre el tema: Jussi Parikka y el rastro geológico del universo medial y sus necesidades energéticas⁵, Jane Bennett y la materia como parte orgánica y activa de la naturaleza⁶, Flavia Costa y el cruce de las aceleraciones técnicas y biológicas⁷. Esta mirada requiere un equilibrio propio que, como plantea Klaus Schwab⁸, vuelvan borrosas las fronteras entre lo digital, lo físico y lo biológico. Como estructura organizativa, definiremos el enfoque desde dos áreas: por un lado, el correspondiente a las relaciones y por otro al de los ambientes, dónde o desde dónde éstas operan.

La interpretación metafórica del término ecología

El término *ecología* ha tenido adaptaciones desde el planteo original de Ernest Haeckel en 1866. La amplia difusión de *Fundamentos de Ecología* (1953) escrita por los hermanos Eugene y Howard Odum ha permitido durante la década de 1960 las acepciones en diversas disciplinas de términos como ecosistemas o ecologías, con un significado más dirigido a las relaciones de elementos heterogéneos dentro de uno o varios sistemas que a su estricta interpretación con el análisis de las relaciones de los seres vivos y su entorno. En su estudio sobre Los Ángeles⁹, Reyner Banham incorporó el concepto sin precisar una definición, pero dentro de un contexto donde el impacto ambiental era central en el debate cultural. La inclusión de términos para las ecologías como *Surfurbia* y *Autopía* denota a su vez su construcción heterogénea, transversal y fuertemente ligada al territorio. Christopher Hight le otorga un sentido convergente al término a partir de ideas de Bruno Latour, Gilles Deleuze, Félix Guattari y deLanda: "...marco de las relaciones interactivas e interdisciplinarias y narrativa organizadora central en las vinculaciones entre la

¹ Harari, Yuval Noah, (2013). *Sapiens. De animales a dioses. Breve historia de la humanidad.*

² Christian, David, (2018). *La gran historia de todo.*

³ Sagan, Carl, (1977). *Los dragones del Edén.* Ver cap. 1

⁴ Braidotti, Rosi, (2019). *El conocimiento posthumano.*

⁵ Parikka, Jussi, (2015). *Una geología de los medios.*

⁶ Bennett, Jane, (2010). *Materia vibrante.*

⁷ Costa, Flavia, (2021). *Tecnoceno. Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida.*

⁸ Schwab, Klaus, (2016). *La cuarta revolución industrial.*

⁹ Banham, Reyner, (1971). *Los Ángeles. La arquitectura de las cuatro ecologías.*

*naturaleza, el ser humano y lo artificial...*¹. Esta visión holística e inclusiva infiere además una relación directa y necesaria con lo biológico. Carlos Scolari cita a Marshall McLuhan insistiendo que “...los medios forman un ambiente o entorno sensorial en el cual nos movemos como pez en el agua...su ecología está totalmente volcada hacia las percepciones de los sujetos...”². Establece dos interpretaciones de la metáfora ecológica: los medios como especies y los medios como ambientes. Sobre ésta última, plantea las tecnologías que generan ambientes u otras relaciones con el ambiente previamente existente, citando a Neil Postman “...la palabra ecología implica el estudio de los ambientes: su estructura, contenido e impacto sobre la gente...” afectando el sentido y la percepción como en su momento provocó la televisión. Scolari termina definiendo la metáfora ecológica como “...la dimensión ambiental de la ecología mediática, donde los medios crean un ambiente que rodea al sujeto y modela su percepción y cognición”. Robert Logan reafirma la evolución humana como una combinación entre la evolución biológica y el progreso cultural³. Medio siglo atrás, McLuhan anticipaba el Antropoceno en los medios observando que “...el impacto de la tecnología y la información sobre la naturaleza ha empezado a tener prioridad sobre el viejo entorno natural...”. Las Realidades quedan establecidas como ambientes heterogéneos conteniendo una multiplicidad de sistemas inteligentes, líneas evolutivas, ensamblajes, procesos simbióticos y relaciones perceptivas y fenomenológicas. Dado el impacto de las tecnologías en nuestra vida diaria y nuestras respuestas simultáneas en varios campos de la realidad (física, virtual, biológica, material) se considera una dirección progresiva hacia una *Ecología de las Realidades*, trasladando el concepto de ambientes de los medios al de Realidades, cercano a nuestra terminología arquitectónica.

La Ecología de las Realidades

El planteo de la Ecología de las Realidades integra las inteligencias naturales. Como referencia, Benjamin Bratton se inspira en la ciudad informacional de Manuel Castells⁴ para un modelo que supera la red bidimensional en una estructura de capas interconectadas y superpuestas a través de 6 niveles: Tierra, Nube, Ciudad, Dirección, Interfaz, Usuario⁵; éstos recuerdan algunas vinculaciones interescales propias de la complejidad urbana, como aquellas 8 velocidades de vía pública -desde el tránsito interurbano a los senderos individuales- proyectadas por Le Corbusier en *Chandigarh*: una red relacional que admita mayor versatilidad en la resolución de ensamblajes a diferentes tiempos e impactos frente a la artificial y lo natural. La primera generación determinó el lenguaje de la comunicación, la segunda estructura una ecología transversal e integradora de todos los ecosistemas actuantes.

¹ Hight, Christopher, *Designing Ecologies*. En: Reed, Chris y Lister, Nina-Marie, (Ed.), (2020). *Projective Ecologies, second edition*.

² Solari, Carlos, (2015). *Ecología de los medios*.

³ Logan, Robert, (2010). *La base biológica de los medios*. En: Scolari, Carlos, (2015) *Ecología de los medios*.

⁴ Castells, Manuel, (1989). *La ciudad informacional. Tecnologías de la información, estructuración económica y el proceso urbano-regional*.

⁵ Bratton, Benjamin, (2016). *The Stack. On software and sovereignty*.

Percibir las realidades como ambientes infiere la pregunta sobre el flujo de información entre diferentes realidades y su capacidad de interacción con la materia y el espacio¹. Una fenomenología perceptiva y operativa en realidades coevolutivas simplificaría la cantidad de recursos. Bajo una matriz unificada que complete las gradientes entre lo real y lo virtual, la arquitectura podrá absorber dispositivos y objetos mediáticos tecnológicos dentro de una materialidad con capacidades progresivamente convergentes, convocando habilidades desarrolladas en disciplinas afines como diseño industrial, diseño textil o diseño de imagen y sonido². Como señala Latour, el ser humano se desplaza sin la utilización de dispositivos solo en una delgada franja hacia arriba y por debajo de la superficie terrestre³. Esta necesidad de percepción a través de aparatos traductores es parte inevitable para vincularse con el universo que lo rodea y ser parte actuante en él. En la introducción del compilado de papers *Impact. Design with all senses*, sus autores reflexionan "... *Las configuraciones sociales del diseño espacial también están cambiando, al igual que la conciencia y la experiencia espacial. Cada vez es más difícil diferenciar entre entornos y tecnología: las superficies se están convirtiendo en interfaces, los habitantes se están convirtiendo en nodos y los productos se están transformando en servicios...*"⁴

El rastro arqueológico en la Historia

Es posible releer un camino a esta integración en la historia. Textos como *Técnica y civilización*⁵, *La mecanización toma el mando*⁶ y *Technology in world civilization*⁷ se distinguen ágiles vinculando geografías con actividades preindustriales como el comercio, la agricultura, la ganadería, la minería, la guerra, la ingeniería naval y todas las derivaciones de la producción con madera. El elemento común que evoluciona exponencialmente es la escala de la intercomunicación, su sistematización, su estructura y sus tiempos: las redes, los puertos, el servicio postal, los protocolos y unidades comunes y, más cerca de nuestra era, la convergencia de las ciencias hacia mediados del siglo XIX posibilitando tanto la conservación de la energía como la fuerte relación entre materia, energía e información. Desde 1870, una segunda revolución industrial se caracteriza por la energía, la comunicación, el transporte y las redes de servicio en y entre las grandes ciudades. Estas redes implicaban todo un ecosistema heredando las codificaciones y abstracciones logradas por la estadística y por los métodos científicos. Un siglo más tarde - alrededor de 1970-, una amplia ecología de temas revitalizaba la cultura. Sólo dos medios nos permiten señalar la vinculación con la multiplicidad de los temas presentes entonces y ahora: la publicación desde la contracultura norteamericana del

¹ ver la diversidad de investigaciones en: Melendez, Frank; Diniz, Nancy y Del Signore, Marcella (Ed.), (2021). *Data, Matter, Design. Strategies in Computational Design*.

² ver la diversidad de investigaciones en: Yuan, Philip F.; Chai, Hua; Yao, Chao y Leach, Neil (Ed.), (2022). *Proceedings of the 2021 DigitalFUTURES*.

³ Latour, Bruno, (2021). *¿Dónde estoy? Una guía para habitar el planeta*.

⁴ Gengagel, Baverel, Burry, Ramsgaard Thomsen y Weinzierl, (Ed.), (2020). *Impact: Design with all senses*.

⁵ Mumford, Lewis, (1934). *Técnica y Civilización*.

⁶ Giedion, Sigfried, (1948). *Mechanization takes command. A contribution to anonymous history*.

⁷ Pacey, Arnold y Bray, Francesca, (2021). *Technology in World Civilization. A Thousand-Year History. Revised and Expanded Edition*.

*Whole Earth Catalog*¹ y la *Exposición Internacional en Osaka 70* en las primeras interacciones cibernéticas con el público y el clima, con la programación y con la percepción. Los dos casos señalados buscan construir a partir de la superposición entre disciplinas y realidades, unificando lenguajes y recursos. Esta relación entre las redes tecnológicas y los recursos ambientales retoman hoy, medio siglo más tarde, aquellos entrecruzamientos. La representación codificada en algoritmos ha superado la percepción de la escala humana, sus imágenes no son representativas de un significado y, si no fuera por la traducción de las herramientas y dispositivos, no serían reconocibles y susceptibles de incorporar operativamente en diversas disciplinas. Elevar el *Gemelo Digital* a la escala real y unificar los sistemas, como recordaba Baudrillard² sobre el cuento de Borges de 1946 -el mapa que disponía la misma escala que la Realidad Física- una posible convivencia de la construcción virtual y material en una ecología integrada podría abrir las puertas para una versatilidad sin precedentes en la arquitectura, admitiendo la habitabilidad de variables y alternativas dentro de un sistema unificado hiperdimensional.

Es pertinente aceptar un cambio en el concepto de la naturaleza como desde la ecología o el realismo especulativo han estado trazando tanto Timothy Morton³ como Graham Harman⁴; la posición derivada de Latour interpreta todo como objetos al igual que el Big Data interpreta todo como datos. Como sugiere el presente texto, la noción de lo digital también debe ser replanteada: superar esa cultura tecnológica computacional operando desde lo artificial para aceptar una interacción del proyecto con las diferentes realidades bajo una organización de redes anatómicas, motoras y sensoriales determinando la experiencia y comprensión del mundo, recuperando el concepto de *umwelt* del biólogo Jakob von Uexkrüll⁵. Una episteme que evite la trampa de una realidad antropológica⁶, en contra de un paraíso artificial y “...abandonando su espejismo de réplica omnipotente de ustedes mismos para quizás reanudar el lazo, después de centenas de millones de años, con dimensiones que, finalmente, los liberarían de sus cadenas...”⁷

La Némesis y la integración en una ecuación mayor

K. Eric Drexler había anticipado un futuro donde “...Las máquinas capaces de tomar y posicionar átomos individuales serán capaces de construir casi cualquier cosa uniendo los átomos correctos en los patrones correctos...”⁸: los humanos, convencidos de su propio poder y control, tienden a ignorar las leyes de la gran *Historia Natural*. Rodney Brooks, especialista en robótica, aclara que “...No es así como funcionan los sistemas biológicos. El A.P. hará algunas cosas, pero los sistemas biológicos dependen de cientos de algoritmos, no de

¹ Brand, Stewart, (Ed.), (1968-1974). *Whole Earth Catalog. Access to tools*.

² Baudrillard, Jean, (1978). *Cultura y Simulacro*.

³ Morton, Timothy, (2007). *Ecology without nature. Rethinking environmental aesthetics*.

⁴ Harman, Graham, (2017). *Object-Oriented Ontology: A new theory of everything*.

⁵ von Uexkrüll, Jakob, (1934). *Andanzas por los mundos circundantes de los animales y los hombres*.

⁶ terminología propuesta en: Sadin, Éric, (2013). *La humanidad aumentada*.

⁷ fragmento de: Sadin, Éric, (2018). *La inteligencia artificial*.

⁸ Drexler, K. Eric, (1986). Fragmento del capítulo *Moléculas y rascacielos*. En: *Engines of creation*.

uno solo. Necesitaremos cientos de algoritmos más antes de poder hacer ese progreso, y no podemos predecir cuándo aparecerán...”¹. Minimiza los alcances de la robótica, “...No podemos replicar las capacidades de aprendizaje de los insectos usando solo un pequeño número de ejemplos no supervisados. No podemos lograr la resiliencia del insecto para poder adaptarnos en el mundo. Ciertamente no podemos replicar la mecánica de un insecto, que es increíble. Nadie tiene nada que se acerque al nivel de intención de un insecto...”. Kwinter lo había esbozado anteriormente “...Ninguna computadora en la tierra puede alcanzar el poder de procesamiento de, ni siquiera, del sistema más simple de la naturaleza...”²

Lo artificial, lo virtual y las inteligencias algorítmicas quedarán incluidas dentro del proceso de la *natura naturans* -en el sentido dado por Baruch Spinoza-: la causalidad sin causa que genera incesantemente nuevas formas³. Cita Bennett a la inmensa máquina abstracta de generatividad propuesta por Deleuze y Guattari, cuyas partes “...son los ensamblajes o los diversos individuos que agrupan cada uno una infinidad de partículas bajo una infinidad de relaciones más o menos compuestas...”; recordando el sentido de naturaleza como creatividad bajo el término griego *Physis*, una fuerza que es capaz de producir lo nuevo -en la mirada de Michel Serres- de un único proceso vortiginoso que se mantiene a través de distintas escalas de tamaño, tiempo y complejidad; un estructuralismo que incluye la lógica de los vórtices, espirales y remolinos, y que abarca todas las disciplinas y en todos los ámbitos.

El mayor avance científico de las I.A. es el resultado del programa *AlphaFold* -de *Deepmind*, la división de *Alphabet*-, que ha logrado establecer la estructura de casi todas las proteínas conocidas, unos 200 millones de moléculas⁴. Al mismo tiempo, el indiscriminado uso del A.A. en las investigaciones científicas sin considerar su posible eficiencia ha ralentizado o llevado a caminos innecesariamente truncos⁵. Su némesis podría equilibrar una única ecuación, comprendiendo una ecología que no solo no sea excluyente, sino que lentamente permita emerger del caos inicial el ensamblaje de una ascendente complejidad coevolutiva entre nuestras diferentes realidades. Rob Dunn boceta líneas de evolución de especies en escalas completamente fuera del alcance de los avances de la I.A., estableciendo una restricción de sus capacidades para comprenderse mutuamente con algunos niveles de la naturaleza, particularmente las leyes de la biología⁶. A partir de la consolidación de una nueva organización, las tecnodiversidades⁷ de las culturas locales podrían encontrar sus propios espacios y desarrollar cada una de las identidades históricas, invirtiendo el proceso de globalización que las mantiene en el margen. La interescalaridad de la *Ecología de las Realidades* conecta a través

¹ del texto ya citado de Martin Ford, *Architects of Intelligence*.

² Kwinter, Sanford, (1995). *The cruelty of numbers*; En: (2008) *Far from equilibrium*.

³ Bennett, Jane, (2010). *Materia vibrante*.

⁴

<https://elpais.com/ciencia/2022-07-28/la-inteligencia-artificial-de-google-predice-la-estructura-de-todas-las-proteinas-conocidas-y-abre-un-nuevo-universo-para-la-ciencia.html>

⁵ <https://www.wired.com/story/machine-learning-reproducibility-crisis/>

⁶ Dunn, Robert, (2021). *A Natural History of Future*.

⁷ concepto desarrollado en: Hui, Yuk, (2020). *Fragmentar el futuro. Ensayos sobre tecnodiversidad*.

del diseño el territorio con el universo que lo rodea, en un colectivo de inteligencia propio de una colmena.

La prístina naturaleza ha coevolucionado con los artificios y transformaciones del ser humano, y todos han estado lentamente construyendo sincretismos, simbiosis e hibridaciones: una lectura que debe recuperar el panorama epistemológico de Kwinter tres décadas atrás basado en la coincidencia final de ciencias exactas, biológicas y sociales en un único paradigma biotecnológico¹. La construcción de mundos subjuntivos tan casuales y naturales, con marcos representando los diversos conocimientos sin sufrir desorganización, estaban ya postulados por Marvin Minsky² en los primeros desarrollos de las I.A. Plataformas como *Midjourney* trasladan la creatividad a la articulación y visualización de esos mundos permitiendo comprender los lazos ocultos de la intersección entre Realidades y su proyección sinestésica. A medio siglo de la frase de Cedric Price que recuerda a John Lennon³, la tecnología ha logrado acceder a una escala del conocimiento cuya complejidad sólo reconocíamos en la naturaleza. La prepotencia de una debe ser equilibrada por la fuerza contraria, estableciendo nuevos acuerdos para una batalla de siglos que alcanza ahora un nuevo nivel. James Bridle sugiere no comprender al mundo como si fuera una computadora, sino que las computadoras son como nosotros: las plantas, los animales, las nubes, los mares. Luego de señalar agentes contaminantes en diferentes niveles y destacar varias formas de inteligencia en la naturaleza, finaliza su *Ways of Being* con "... *El mundo es una computadora hecha de cangrejos, infinitamente enredada en todos los niveles, y cantando, a todo pulmón, la canción de su propio devenir. La única forma de avanzar es juntos ...*"⁴

Bibliografía

- Ábalos, Iñaki, (Ed.), (2009). *Naturaleza y arteificio. El ideal pintoresco en la arquitectura y el paisajismo contemporáneo*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- As, Imdat; Basu, Prithwish y Talwar, Pratap, (Ed.), (2022). *Artificial Intelligence in Urban Planning and Design. Technologies, Implementation, and Impacts*. Cambridge, EEUU: Elsevier.
- Banham, Reyner, (2016) *Los Ángeles. La arquitectura de las cuatro ecologías*. Barcelona, España: Puente editores (original: 1971).
- Baudrillard, Jean, (1978). *Cultura y Simulacro*. Barcelona, España: Kairós. (original: 1977).

¹ Kwinter, Sanford, (1992). *Paisajes de cambio: los Stati d'animo de Boccioni como teoría general de modelos*. En: Ábalos, Iñaki, (Ed.), (2009). *Naturaleza y arteificio*.

² referencia extraída de: Hofstadter, Douglas R., (1979). *Gödel, Escher, Bach. Un eterno y grácil bucle*.

³ Price, Cedric, (1979). *La tecnología es la respuesta, pero ¿cuál era la pregunta? (la frase pertenece originalmente a una conferencia de 1966)*.

⁴ Bridle, James, (2022). *Ways of being. Animals, plants, machines: the search for a planetary intelligence*.

- Bennett, Jane, (2022). *Materia Vibrante. Una política ecológica de las cosas*. Buenos Aires, Argentina: Caja negra (original: 2010).
- Bernstein, Phil, (2022). *Machine Learning. Architecture in the Age of Artificial Intelligence*. Londres, Reino Unido: RIBA Publishing.
- Braidotti, Rosi, (2020). *El conocimiento posthumano*. Barcelona, España: Gedisa (original: 2019).
- Brand, Stewart, (Ed.), (1968-1974). *Whole Earth Catalog. Access to tools*. Menlo Park, EEUU: Portola Institute.
- Bratton, Benjamin, (2016). *The Stack. On Software and Sovereign*. Cambridge, EEUU: The MIT Press.
- Bridle, James, (2022). *Ways of Being: Animals, Plants, Machines: The Search for a Planetary Intelligence*. Nueva York, EEUU: Farrar, Straus and Giroux.
- Buchanan, Ben y Imbrie, Andrew, (2022). *The New Fire. War, Peace, and Democracy in the Age of AI*. Cambridge, EEUU: The MIT Press.
- Campos, Carlos, (2014). *Traducciones intersemióticas (la sustitución digital y la restitución analógica. Tesis doctoral FADU*. Buenos Aires, Argentina.
- Carpó, Mario, (2017). *The Second Digital Turn. Design Beyond Intelligence*. Cambridge, EEUU: MIT Press.
- Castells, Manuel, (1995). *La ciudad informacional. Tecnologías de la información, estructuración económica y el proceso urbano-regional*. Madrid, España: Alianza (original: 1989).
- Chaillou, Stanislas, (2022). *Artificial Intelligence and Architecture. From Research to Practice*. Birkhauser
- Christian, David, (2019). *La gran historia de todo*. Barcelona, España: Planeta (original: 2018).
- Costa, Flavia, (2021). *Tecnoceno. Algoritmos, biohackers y nuevas formas de vida*. Buenos Aires, Argentina: Taurus.
- DeLanda, Manuel, (2015). *Philosophical Chemistry. Genealogy of a Scientific Field*. Nueva York, EEUU: Bloomsbury.
- Del Campo, Matías y Leach, Neil, (Ed.), (2022). *Machine Hallucinations: Architecture and Artificial Intelligence*. AD 03:2022, profile 277: Wiley.

- Drexler, K. Eric, (2006). *Engines of Creation 2.0. The Coming Era of Nanotechnology. 20th anniversary edition updated and expanded*. California, EEUU: Wowio (original: 1986).
- Dunn, Rob, (2021). *A Natural History of the Future. What the laws of biology tell us about the destiny of the human species*. Nueva York, EEUU: Basic Books.
- Ford, Martin, (2018). *Architects of Intelligence. The truth about AI from the people building it*. Birmingham, Reino Unido: Packt.
- Frampton, Kenneth, (1999). *Estudios sobre cultura tectónica, poética de la construcción en la arquitectura de los siglos XIX y XX*. Barcelona, España: Gustavo Gili (original: 1995).
- Gengagel, Baverel, Burry, Ramsgaard Thomsen y Weinzierl, (Ed.), (2020). *Impact: Design with all senses: Proceedings of the Design Modelling Symposium, Berlin 2019*. Cham, Suiza: Springer
- Giedion, Sigfried, (2013). *Mechanization takes command. A contribution to anonymous history*. Minneapolis, EEUU: University of Minnesota Press (original: 1948).
- Harari, Yuval Noah, (2014). *Sapiens. De animales a dioses. Breve historia de la humanidad*. Barcelona, España: Debate (original: 2013).
- Harman, Graham, (2017). *Object-Oriented Ontology: A New Theory of Everything*. Milton Keynes, Reino Unido: Penguin Random House UK.
- Hofstadter, Douglas R., (2007). *Gödel, Escher, Bach: un eterno y grácil bucle*. Buenos Aires, Argentina: Tusquets editores (original 1979).
- Hui, Yuk, (2020). *Fragmentar el futuro. Ensayos sobre tecnodiversidad*. Buenos Aires, Argentina: Caja Negra.
- Kwinter, Sanford, (2008). *Far from equilibrium. Essays on technology and design culture*. Nueva York, EEUU: Actar.
- Latour, Bruno, (2022). *¿Dónde estoy? Una guía para habitar el planeta*. Buenos Aires, Argentina: Taurus (original: 2021).
- Leach, Neil, (2022). *Architecture in the Age of Artificial Intelligence. An introduction to A.I. for architects*. Londres, Reino Unido: Bloomsbury.
- Leah, Neil, (Ed.), (2022). *DigitalFUTURES Talk: The AI Design Revolution: DALLE vs MidJourney*, Youtube 20 de Agosto de 2022. Link: <https://youtu.be/ButDfjQohB0>

- Maldonado, Tomás y Bonsiepe, Gui, (1964). *Ciencia y diseño*. En: *Ulm* núm 10/11
- Melendez, Frank; Diniz, Nancy y Del Signore, Marcella (Ed.), (2021). *Data, Matter, Design. Strategies in Computational Design*. Nueva York, EEUU: Routledge.
- Morton, Timothy, (2007). *Ecology without nature. Rethinking environment aesthetics*. Cambridge, EEUU: Harvard University Press.
- Mumford, Lewis, (1998). *Técnica y Civilización*. Madrid, España: Alianza (original: 1934).
- Odum, Eugene y Barret, Gary, (2006). *Fundamentos de Ecología. Quinta edición*. México DF, México: Cengage Learning. (original: 1953)
- Ortega, Lluís, (2017). *El diseñador total. Autoría en la Arquitectura de la época posdigital*. Barcelona, España: Puente editores.
- Pacey, Arnold y Bray, Francesca, (2021). *Technology in World Civilization. A Thousand-Year History. Revised and Expanded Edition*. Cambridge, EEUU: MIT Press.
- Pallasmaa, Juhani, (2012). *Los ojos de la piel. La arquitectura y los sentidos*. Barcelona, España: Gustavo Gili (original: 1996).
- Parikka, Jussi, (2021). *Una geología de los medios*. Buenos Aires, Argentina: Caja Negra (original: 2015).
- Price, Cedric, (1979). *La tecnología es la respuesta, pero ¿cuál era la pregunta?* En: Price, Cedric, (2022). *Una arquitectura de la aproximación. Ensayos y conferencias 1965-1991*. Barcelona, España: Puente editores.
- Reed, Chris y Lister, Nina-Marie, (Ed.), (2020). *Projective Ecologies. Second edition*. Nueva York, EEUU: Actar (original: 2014).
- Russell, Stuart y Norvig, Peter, (Ed.), (2020). *Artificial Intelligence. A Modern Approach. Fourth edition*. Nueva Jersey, EEUU: Pearson (original: 1995).
- Sadin, Éric, (2017). *La humanidad aumentada. La administración digital del mundo*. Buenos Aires, Argentina: Caja Negra (original: 2013).
- Sadin, Éric, (2020). *La Inteligencia Artificial o el desafío del siglo. Anatomía de un antihumanismo radical*. Buenos Aires, Argentina: Caja Negra (original: 2018).

-
- Sagan, Carl, (2022). *Los dragones del Edén. Especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana*. Buenos Aires, Argentina: Crítica (original: 1977).
- Schwab, Klaus, (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona, España: Penguin Random House.
- Scolari, Carlos, (Ed.), (2015). *Ecología de los medios. Entornos, evoluciones e interpretaciones*. Barcelona, España: Gedisa.
- Sennett, Richard, (2010). *El artesano*. Barcelona, España: Anagrama (original: 2008).
- Simon, Herbert, (1996). *The Science of the Artificial*. Cambridge, EEUU: The MIT Press (original: 1969).
- Simondon, Gilbert, (2017) *Sobre la técnica (1953-1983)*. Buenos Aires, Argentina: Cactus (original: 2014).
- von Uexkrüll, Jakob, (2022). *Andanzas por los mundos circundantes de los animales y los hombres*. Buenos Aires, Argentina: Cactus. (Original: 1934).
- Witt, Andrew, (2022). *Formulations. Architecture, Mathematics, and Culture*. Cambridge, EEUU: MIT Press.
- Yuan, Philip F.; Chai, Hua; Yao, Chao y Leach, Neil (Ed.), (2022). *Proceedings of the 2021 DigitalFUTURES. The 3rd International Conference on Computational Design and Robotic Fabrication (CDRF 2021)*. Singapur, Singapur: Springer.