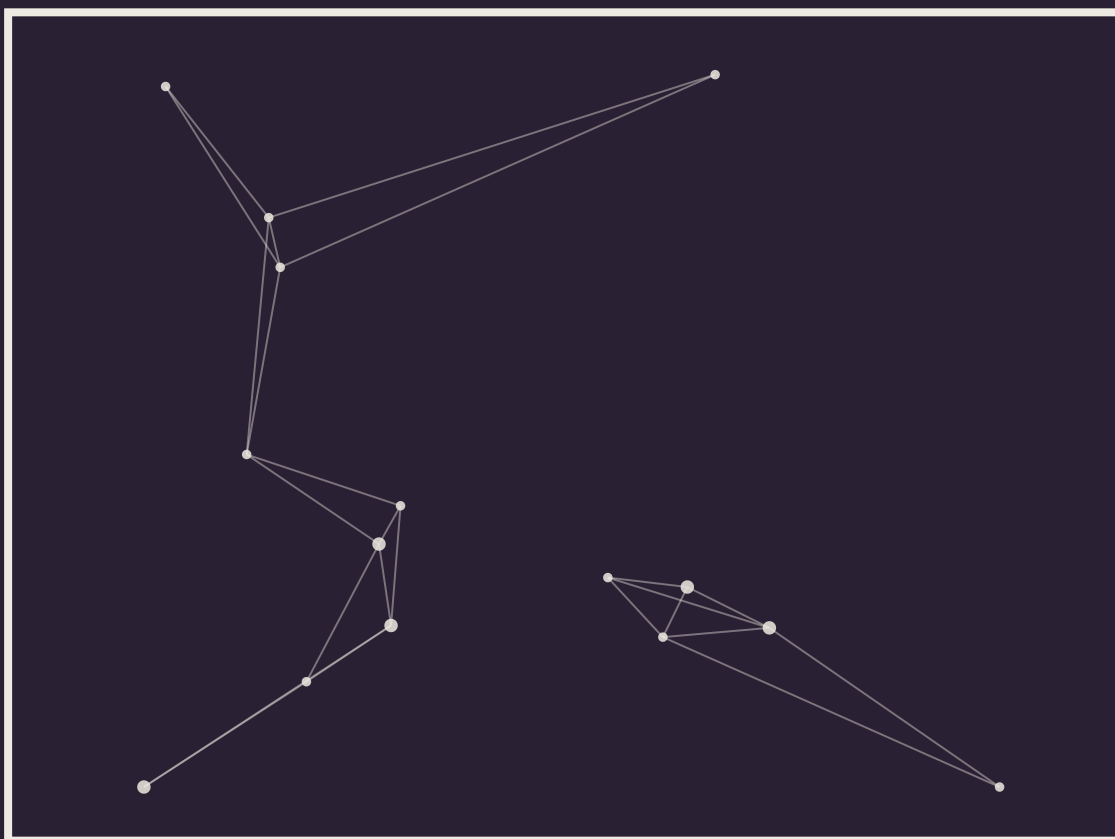


FUTURO BLANDO

LAURA TRIPALDI



■ ARQUEOLOGÍAS DEL PORVENIR · TR. 21

FUTURO BLANDO

LAURA TRIPALDI

Traducción al cuidado de Andrés Abril

COLECCIÓN DE TRADUCCIONES · ARQUEOLOGIASDELPORVENIR.COM.AR

En 1747, poco después de que las tecnologías mecánicas impulsadas por vapor comenzaran a revolucionar el mundo conocido, Julien Offray de la Mettrie escribió *L'homme machine* (*El hombre máquina*), un tratado en el que desarrolla la idea de que el cuerpo humano es un ensamblaje mecánico extremadamente complejo.¹ Casi dos siglos después, en 1972, al inicio de una nueva era cibernética, el biólogo Efim Liberman escribió "The Cell as a Molecular Computer" ("La célula como computador molecular"), un artículo que presenta la idea de que la vida es un sistema de almacenamiento y procesamiento de información.² A lo largo de la historia, nuestra comprensión de la tecnología ha servido de modelo para conceptualizar lo humano y lo viviente. Este dinamismo tiene profundas implicaciones en la manera en que nos relacionamos entre nosotros y con el mundo que nos rodea.

Nuestra idea de lo que cuenta como "tecnología" también es producto de la perspectiva. Por lo tanto, brindar una definición general de los artefactos tecnológicos fuera de su contexto material, cultural e histórico resulta difícil y probablemente inútil: distintas circunstancias dan lugar a distintos paradigmas e ideas dominantes sobre lo que significa "tecnología". Yuk Hui ha propuesto una "ecología de la tecnología" como forma de criticar las visiones monoculturales y universalistas del progreso tecnológico.³ Además, las tecnologías no solo son moldeadas por su contexto cultural humano, sino que son agentes culturales y materiales por derecho propio. Abordar la tecnología como un fenómeno ecológico nos obliga a pensar los artefactos tecnológicos no como subproductos pasivos del genio humano, sino en cuanto que son capaces de evolución autónoma y conforman relaciones estratificadas y no lineales con sus compañeros humanos. Al igual que los ecosistemas naturales, los ecosistemas tecnológicos prosperan gracias a la complejidad y la diversidad. La idea de una "ecología de la tecnología" puede parecer contradictoria en una época en la que el auge de infraestructuras extractivistas globales, ávidas de recursos (lo que Peter Haff denomina la "tecnosfera"), parece conducirnos inevitablemente hacia el colapso ecológico.⁴ Sin embargo, esta visión distópica se apoya en una comprensión reduccionista de lo que la tecnología podría ser —y, al menos en parte, ya es—. Muchas tecnologías contemporáneas están comenzando a escapar de los estrechos límites de los paradigmas que las precedieron. Algo inesperado, y sin precedentes después de la Revolución Industrial, está sucediendo hoy en día: nuestras tecnologías se están volviendo más blandas.⁵

Todo el mundo sabe intuitivamente cómo se siente lo blando, pero es sorprendentemente difícil de definir. Lo blando tiende a ser una experiencia más que una propiedad inherente a las cosas, algo que surge del encuentro entre dos cuerpos. Solo podemos decir que algo es blando después de interactuar con ello, de tocarlo y transformarlo. Un trozo blando de arcilla resulta indistinguible de uno seco y duro hasta que hundimos nuestra mano en su superficie y sentimos cómo responde a la presión de nuestros dedos. La fenomenología de lo blando resulta de una combinación de fluidez y plasticidad. La fluidez es el proceso mediante el cual los materiales modifican su estructura en el tiempo y el espacio, deconstruyendo y reconstruyendo continuamente sus límites. La plasticidad, por su parte, es el proceso mediante el cual los materiales retienen información del mundo que los rodea, como un vaso que conserva indefinidamente la forma con la que fue moldeado. Lo blando, una combinación de fluidez y plasticidad, permite que los cuerpos cedan ante el mundo mientras aprenden continuamente de él. Las tecnologías blandas emergentes a menudo se basan en materiales biológicos, renovables y degradables, y comparten una capacidad sin precedentes para trabajar en sinergia con procesos espontáneos de autoorganización y regeneración. En contraste con una visión de la tecnología que la considera mera exploradora de la naturaleza —al agotar recursos y energía para funcionar—, lo blando abre la posibilidad de una nueva sinergia entre lo sintético y lo natural.

HISTORIAS BLANDAS

Podríamos vernos tentados a creer que lo blando es una propiedad inherente a unos materiales específicos. Sin embargo, más que estados físicos fijos, lo duro y lo blando son atributos de una disposición humana hacia determinados materiales. Toda la materia es, hasta cierto punto y a ciertas escalas, blanda. La madera, que por milenios se ha utilizado como un

material duro —cortándola, esculpiéndola y ensamblándola en artefactos—, también es un material radicalmente blando. En la región india de Megalaya, por ejemplo, las poblaciones indígenas construyen puentes de madera vivientes entrelazando las raíces aéreas del árbol de fique. Estos puentes crecen con el tiempo, se regeneran y se curan por sí solos. Incluso la roca, el epítome de los materiales duros, es blanda —aunque no a la escala que experimentan los humanos—. A lo largo de milenios, los minerales se convierten en cristales, las rocas se erosionan y se vuelven arena y los estratos se pliegan bajo la presión de los movimientos tectónicos.

La relación de la cultura occidental con lo blando ha sido ambivalente. Hemos aprendido a rechazar lo blando como una marca de debilidad y a ensalzar lo duro como un signo de fortaleza. Como Luce Irigaray ha argumentado apasionadamente, este rechazo cultural de lo blando es un asunto tanto físico como metafísico: lo duro nos ha permitido, en la práctica y filosóficamente, ejercer control sobre la impredecibilidad fundamental de los cuerpos.⁶ Mientras que los materiales blandos escapan de los límites estrictos y rechazan la representación estática, los cuerpos duros son inmutables: su identidad es fija, y sus límites nunca se cuestionan. Nuestro sesgo cultural hacia lo blando resulta evidente en la manera en que conceptualizamos el pasado, pues nos enfocamos exclusivamente en la importancia de los materiales duros, como la piedra y los metales, a la hora de construir nuestra identidad humana compartida. Sin embargo, los materiales blandos han sido cruciales para el desarrollo de las culturas humanas. La antropóloga Elizabeth Wayland Barber destaca la importancia de los textiles en la evolución de las primeras comunidades humanas, y resalta los sesgos masculinistas que han llevado a muchos a pasar por alto su importancia.⁷ La arqueóloga Linda Hurcombe, por su parte, acuñó el término “mayoría ausente” para referirse a esos artefactos blandos, orgánicos y perecederos que fueron fundamentales para la cultura de los grupos humanos prehistóricos, pero que en gran medida han sido destruidos u olvidados.⁸

Aunque rara vez se relata su historia, una antigua blandura todavía sigue inserta en muchas de las tecnologías más transformadoras de la humanidad. En la Mesopotamia, el nacimiento y el desarrollo generalizado de la escritura fueron posibles, en primer lugar, gracias a la fluidez y la plasticidad de la arcilla, un material abundante en la llanura aluvial situada entre los ríos Tigris y Éufrates. Algunos han especulado que la arquitectura también se funda en el legado olvidado de los materiales blandos. En sus escritos sobre los orígenes de la arquitectura, Gottfried Semper propone que las formas y motivos arquitectónicos que han evolucionado a lo largo de la historia están arraigados en la blandura de nuestros hogares ancestrales. Los tejidos y los hilos maleables, y no la piedra dura o el ladrillo, fueron los primeros materiales que nos protegieron del mundo exterior y dieron forma a nuestros primeros entornos.⁹ Los materiales blandos también yacen en el corazón de las tecnologías digitales actuales: el telar Jacquard inspiró el primer prototipo de computador de Ada Lovelace. Como lo expresa Sadie Plant, “el hilo no es ni metafórico ni literal, sino, sencillamente, material, una colección de hebras que se entrelazan y retuercen a lo largo de la historia de la computación, la tecnología, las ciencias y las artes”.¹⁰

TECNOLOGÍAS BLANDAS

Lo blando no es solo una parte fundamental de nuestro pasado; también es una parte esencial de nuestro futuro. Durante la última década, los materiales blandos naturales y sintéticos han cobrado cada vez mayor importancia en las tecnologías emergentes, y han desmantelado la visión reducida que equipara la tecnología con máquinas mecánicas compuestas por tuercas y tornillos. En lugar de depender de ensamblajes rígidos con componentes duros, las tecnologías blandas integran materiales que pueden percibir su entorno y responder a él de forma adaptativa. Tomemos como ejemplo los robots. Los robots personifican el arquetipo de las máquinas autónomas, y nuestra cultura tecnológica en un sentido amplio se revela a través del modo en que los imaginamos y los construimos. A lo largo del siglo XX, los robots se han concebido como construcciones electromecánicas cuasiantropomórficas, pero hoy en día esa imagen está cambiando. Los robots blandos se fabrican con materiales flexibles y deformables y no requieren articulaciones, actuadores ni otros

componentes electromecánicos; los organismos invertebrados no humanos suelen inspirar las formas y los movimientos de sus cuerpos. El Octobot, un robot con forma de pulpo impreso en silicona flexible, es el primer robot totalmente blando: desprovisto de la mecánica rígida de sus predecesores, sus movimientos resultan de una reacción química entre dos líquidos. El Octobot es todavía una encarnación primitiva de lo que podrían llegar a ser las tecnologías blandas: sus comportamientos están preprogramados y su cuerpo es insensible al mundo que lo rodea. Sin embargo, los innovadores materiales blandos están demostrando su capacidad para sentir y adaptarse; se sintonizan con la luz, los campos eléctricos, los cambios en la temperatura y la presencia de sustancias químicas a su alrededor.¹¹

Todos los organismos vivos son blandos. Los seres humanos somos cuerpos autoorganizados y compuestos principalmente por agua capaces de percibir y aprender. Ser blando también significa abrirse a nuevos encuentros: no tener un límite fijo, sino uno poroso y negociable. El carácter blando de lo viviente se encarna en nuestra capacidad para formar nuevas relaciones a través de los umbrales de la piel, la membrana celular y la herencia genética. Lynn Margulis ha demostrado que la simbiosis —la convivencia entre organismos distintos— es uno de los principales motores de la evolución.¹² Los encuentros simbióticos pueden darse no solo en el reino de lo vivo, sino también entre la naturaleza y la tecnología. El científico John Greenman ha propuesto el término *SymBot* (una abreviación de “*symbiotic robot*”) para referirse a tecnologías cuyo funcionamiento depende de la cooperación entre componentes artificiales y vivos. Los *SymBots* representan “la integración beneficiosa entre una parte viva y una mecánica, incorporadas en una plataforma robótica. Por lo tanto, un *SymBot* es un robot que puede demostrar potencialmente la simbiosis artificial, que es una asociación protooperativa entre dos entidades”.¹³

Al ampliar la visión de Margulis sobre la evolución por simbiogénesis, los *SymBots* manifiestan un futuro especulativo en el que los materiales sintéticos y vivos habrán coevolucionado en una diversidad de organismos híbridos. Los investigadores ya han comenzado a integrar componentes vivos en artefactos tecnológicos más extensos, lo que crea un nivel sin precedentes de intimidad entre la materia viva y la sintética. Esta nueva relación simbiótica se está ramificando en múltiples direcciones. Los robots biohíbridos, por ejemplo, combinan materiales sintéticos a base de agua, conocidos como hidrogeles, con tejido vivo. Las células musculares del corazón de los animales pueden crecer y producir tejido que late de forma sincronizada y autónoma, proporcionando así la energía para impulsar el robot hacia adelante. La simbiosis entre la vida y la tecnología también puede ser el resultado del entrelazamiento de la computación con la materia biológica. Los xenobots son organismos sintéticos, ensamblados a partir de piel de sapo y células cardíacas, cuya estructura evoluciona *in silico* con la ayuda de inteligencia artificial. Los xenobots pueden nadar, cargar objetos pequeños y, en circunstancias adecuadas, incluso construir pequeñas copias de sí mismos.¹⁴ La capacidad de estos organismos para comportarse autónomamente demuestra que las células y los computadores, los organismos y las tecnologías, pueden autoorganizarse y cooperar en formas que exceden con creces la “programación” genética natural.

Lo blando guarda una profunda relación —todavía ampliamente inexplorada— con la sintiencia y la cognición. Al sentir un pedazo de arcilla blanda en nuestra piel, la arcilla nos “siente” a su vez —aunque no en el sentido antropomórfico y neurológico que típicamente le atribuimos a esta palabra—. Se trata de un tipo de “sensación” diferente, más primitiva, inconsciente pero fundamental: la capacidad de verse afectado por un encuentro con el mundo. Esta capacidad de percepción y adaptación tiene fuertes implicaciones para el desarrollo de tecnologías sintientes. El neurobiólogo W. Tecumseh Fitch ha introducido el concepto de “nanointencionalidad” para sugerir que toda inteligencia, ya sea natural o artificial, debe emerger de componentes materiales adaptables capaces de percibir y recordar.¹⁵ De acuerdo con Fitch, la falta de nanointencionalidad es la razón por la que nuestras tecnologías aún no poseen una verdadera cognición. “Una diferencia crucial entre una célula y un transistor en un chip de silicio”, argumenta, “es que la disposición de la materia en aquella puede modificarse de forma autónoma y adaptativa en respuesta a sus circunstancias, mientras que la de este no puede hacerlo”. Por consiguiente, cualquier IA sintiente debería basarse en la nanointencionalidad, que solo puede emerger de sustratos materiales blandos capaces de transformarse y recordar.

Un paso reciente hacia la nanointencionalidad en la inteligencia artificial es la evolución del “*wetware*”: una tecnología emergente en la que, en lugar de chips de silicio, se usan neuronas vivas como sustratos computacionales. Aunque todavía se encuentran en una fase inicial, estos sistemas computacionales biológicos ya pueden entrenarse para jugar a videojuegos simples proporcionando retroalimentación eléctrica o química en tiempo real sobre su actividad

neural. En comparación con los computadores estándar a base de silicio, los computadores *wetware* son, al menos en teoría, exponencialmente más capaces de almacenar, procesar y acceder a la información con un gasto mínimo de energía. Aparte de ofrecer un enfoque más sostenible de lo computacional, el *wetware* demuestra que la computación no tiene que limitarse al hardware de silicio: los sustratos de materiales más blandos podrían ampliar y enriquecer la definición misma de “inteligencia artificial”.

NATURALEZAS BLANDAS

Si bien tanto el desarrollo de tecnologías blandas como la búsqueda de una “ecología de la tecnología” dependen de un futuro sostenible y simbiótico, esta necesidad contrasta con la realidad de las infraestructuras tecnológicas globales de la actualidad. Peter Haff sostiene que la tecnosfera, en sí misma un sistema tecnológico autónomo a gran escala, crece apropiándose de enormes flujos de energía y recursos de su entorno, sin tener en cuenta la supervivencia de nada de lo que la rodea, sea humano o no humano.¹⁶ Si bien resulta preocupante el auge de infraestructuras tecnológicas globales y explotadoras, considerar la tecnología únicamente como un parásito ávido de recursos que busca crecer a expensas de todo lo que lo rodea es una narrativa desempoderadora y reduccionista, que ignora tanto nuestra agencia para moldear nuestro futuro tecnológico como la capacidad de la tecnología para desafiar nuestras expectativas demasiado humanas. En realidad, hay muchas cosas que desconocemos sobre el futuro de la tecnología. Su evolución no se ajusta a las narrativas lineales de progreso que los humanos tendemos a proyectar sobre ella.

La biología evolutiva nos ha mostrado que el árbol de la vida no es en absoluto un árbol, sino un sistema de raíces que se ramifican en múltiples direcciones. Al igual que su contraparte biológica, la evolución tecnológica no consiste en una historia vertical y unidireccional, sino en un proceso sinuoso, a menudo impredecible y contingente, que da lugar a la diversidad y la divergencia. La naturaleza no determinista de la evolución tecnológica, de manera similar a la evolución biológica, está ligada a su carácter blando: su capacidad para verse transformada por el mundo, aprender de él y asociarse con otros organismos formando nuevos conjuntos simbióticos. Una comprensión y una práctica de lo blando también nos ayudará a sanar nuestra relación con la tecnología y, a su vez, la relación de la tecnología con el mundo. “Una ecología de la tecnología”, escribe James Bridle, “se ocupa de las interrelaciones entre la tecnología y el mundo, su significado y materialidad, su impacto y usos, más allá del hecho cotidiano y determinista de su propia existencia”.¹⁷

Lo blando es una forma de articular cómo los artefactos tecnológicos, al igual que los organismos biológicos, se diferencian en nichos y derivan en formas siempre abiertas y no deterministas. En lugar de evolucionar en oposición a la naturaleza, o de simplemente apropiarse de los recursos naturales, las tecnologías blandas son capaces de ampliar las posibilidades de lo natural hacia nuevas direcciones. En palabras de Luciana Parisi, no son ni naturales ni artificiales, sino *hipernaturales*. “Estas máquinas”, escribe Parisi, “emergen de un plano inmanente de la naturaleza —la hipernaturaleza— como la composición de intensidades libres, poblaciones moleculares de flujos que son autónomos y, sin embargo, coexisten con los procesos de organización de la materia”.¹⁸ Ser testigos de este devenir hipernatural debería recordarnos que siempre hemos de ser precavidos con las narrativas neodarwinistas que sitúan la dominación y la apropiación de recursos en el corazón de toda evolución compleja. En la tecnología, así como en la biología, suele ser la simbiosis, no la competencia, lo que impulsa la emergencia de lo nuevo.

Nuestra visión de lo humano y nuestra visión de la tecnología siempre se han reflejado entre sí. La forma en que imaginamos los objetos tecnológicos a menudo refleja nuestra comprensión de quiénes somos, o de lo que deseamos llegar a ser. El desarrollo temprano de las tecnologías mecánicas permitió una mecanización simultánea de nuestra visión de la vida, que se alineó con las necesidades de una naciente era industrial. Cuando el auge de la cibernética trajo la importancia de la información al primer plano de las nuevas tecnologías, los biólogos comenzaron a identificar el “código” genético con la parte más esencial del organismo, por lo que todos los procesos biológicos se concibieron como dirigidos por la información. A medida que nuestros paradigmas para comprender la tecnología se vuelven más blandos, también

lo hacen las visiones de nosotros mismos. La fluidez y la plasticidad se están convirtiendo en conceptos cada vez más importantes en el discurso científico y social sobre la identidad humana. El reduccionismo genético —la idea de que nuestro destino biológico está determinado únicamente por el ADN— se considera ahora una burda simplificación de la compleja relación entre nuestros cuerpos, nuestra herencia y el ambiente. Asimismo, nuestra comprensión de la cognición se está ablandando: el estudio de la neuroplasticidad indica que el cerebro es capaz de reorganizarse estructuralmente en respuesta a su entorno. Y el género y el sexo se están revelando más y más como fenómenos complejos y no binarios a la luz del conocimiento de que cantidades relativamente pequeñas de hormonas sintéticas son suficientes para anular la “programación” cromosómica.

En el ámbito de la tecnología y más allá de él, lo blando nos confronta con la necesidad de reevaluar el significado de la agencia y el control. Se trata tanto de un desafío epistémico como de una cuestión política. ¿Cómo podemos incentivar y fomentar la complejidad a múltiples escalas? ¿Cómo diseñamos sistemas que sean autosuficientes y a la vez estén abiertos al mundo exterior? ¿Qué lugar ocupa la intencionalidad local y a pequeña escala dentro de una inteligencia colectiva más amplia? Al apoyarse en la fluidez, la plasticidad, la autoorganización y la descentralización, el paradigma de lo blando deja ver la gobernanza como un fenómeno estratificado y multiescalar. En espacios políticos como las ciudades, el énfasis excesivo en la toma de decisiones que vienen desde arriba a menudo sofoca la microescala y la agencia distribuida de comunidades humanas y no humanas. En una ciudad “dura”, la sostenibilidad depende de intervenciones verticales a gran escala, mientras que, en una ciudad “blanda”, las estructuras estratificadas y autoorganizadas introducen la posibilidad de la microsostenibilidad distribuida —desde jardines urbanos de poca tecnología hasta materiales biohíbridos de alta tecnología—. A medida que las tecnologías coevolucionan con sus compañeros humanos, los distintos paradigmas tecnológicos también pueden incentivar nuevas formas de gobernanza. Mientras que la infraestructura dura y centralizada exige jerarquías rígidas de administradores e interventores, las tecnologías blandas prosperan bajo redes de cultivadores, curanderos y cuidadores. En lugar de imponer resultados o seguir instrucciones ciegamente, estos actores cultivan las condiciones para la emergencia y la resiliencia.

En la tecnología, la biología y la sociedad nos estamos acercando a un “giro hacia lo blando”. Ya no comprendemos la vida como un simple ensamblaje mecánico, ni tampoco como un sistema eficiente y lógico para la gestión de los flujos de energía y materia. En cambio, nos vemos a nosotros mismos como estructuras materiales complejas y estratificadas, fluidas y plásticas, abiertas y en flujo constante, cuya supervivencia depende de los encuentros entre mundos considerablemente diferentes.

NOTAS

1. Julien Offray de la Mettrie, *El hombre máquina* (Eneida, 2019).
2. Efim Liberman, “Cell as a molecular computer (MCC)”, *Biofizika* 17, n.º 5 (1972): 932-943. Para una visión general del trabajo científico de Liberman, véase también S.V. Minina and N.E. Shklovskiy-Kordi, “Neuron quantum computers and a way to unification of science: A compendium of Efim Liberman's scientific work”, *BioSystems* 217 (julio 2022) 104684.
3. Yuk Hui, “Machine and Ecology”, en *Cybernetics for the 21st Century, Vol. I: Epistemological Reconstruction*, ed. Yuk Hui (Hanart Press, 2024).
4. Peter Haff, “Technology as a geological phenomenon: Implications for human well-being”, en *A Stratigraphical Basis for the Anthropocene*, ed. C. N. Waters et al. (Geological Society, Londres, 2013).
5. En el original, los términos en inglés *soft* y *softness* admiten una ambigüedad semántica que abarca tanto “blandura” como “suavidad”. Dado que en español esta doble acepción no puede conservarse plenamente, opto por traducirlo mayoritariamente como “lo blando”, una elección motivada tanto por razones de sonoridad y estilo como por su cercanía conceptual con el uso que la autora da al término. [N. del T.]
6. Lo blando y lo fluido son temas recurrentes en los escritos de Luce Irigaray. Para un panorama general de este tema, véase Hanneke Canters y Grace M. Jantzen, *Forever Fluid: A Reading of Luce Irigaray's Elemental Passions* (Manchester University Press, 2005).
7. Elizabeth Wayland Barber, *Women's Work: The First 20,000 Years* (W. W. Norton & Company, 1996).

8. Linda Hurcombe, *Archaeological Artefacts as Material Culture* (Routledge, 2007).
9. Gottfried Semper, *The Four Elements of Architecture and Other Writings* (Cambridge University Press, 1989).
10. Sadie Plant, *Ceros + unos. Mujeres digitales + la nueva tecnocultura* (Destino, 1998).
11. Véase Laura Tripaldi, *Mentes paralelas. Descubrir la inteligencia de los materiales* (Caja Negra, 2023).
12. Para un panorama general de la teoría de la simbiogénesis y sus implicaciones para la ciencia y la ecología, véase Lynn Margulis, *Planeta simbiótico. Un nuevo punto de vista sobre la evolución* (Debate, 2022).
13. Ioannis A. Ieropoulos et al., "Energy and Metabolism", en *Living Machines. A Handbook of Research in Biomimetics and Biohybrid Systems*, eds. Tony J. Prescott y Nathan Lepora (Oxford University Press, 2018), 62.
14. Véase Philip Ball, "What on Earth Is a Xenobot?", *Aeon*, 30 de agosto de 2022, <https://aeon.co/essays/how-xenobots-reshape-our-understanding-of-genetics>
15. W. Tecumseh Fitch, "Nano-intentionality: A Defense of Intrinsic Intentionality", *Biology & Philosophy* 23 (2008): 157–177.
16. Peter Haff, "Technology as a geological phenomenon".
17. James Bridle, *Ways of Being: Animals, Plants Machines: The Search for a Planetary Intelligence*, (Penguin, 2022).
18. Luciana Parisi, *Abstract Sex. Philosophy, Bio-Technology, and the Mutations of Desire* (Continuum, 2004), 36.