



Liliana Beatriz Sosa Campeán (UANL)

ORCID: [0000-0001-8811-3218](https://orcid.org/0000-0001-8811-3218)

Los artefactos como estrategia para catalizar y potencializar la complejidad en sociosistemas

Capítulo 9, páginas 281-305

En:

Tejiendo diálogos. Reflexiones contemporáneas sobre la expresión y el sentido / Olivia Fragoso Susunaga, María Teresa Olalde Ramos & Gustavo Garduño Oropeza, Coords. Ciudad de México: Escuela Nacional de Antropología e Historia; Casa Editorial Analéctica, 2022.

Segunda sección: Orden-desorden-complejidad: conexiones e interacciones en la comunicación, el diseño y el arte.

ISBN: 978-987-88-7230-8

Relación: <http://hdl.handle.net/11191/9867>



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Azcapotzalco

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco



División de
Ciencias y Artes para el Diseño



Departamento de
Investigación y Conocimiento



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

Atribución-NoComercial-SinDerivadas

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

9. LOS ARTEFACTOS COMO ESTRATEGIA PARA CATALIZAR Y POTENCIALIZAR LA COMPLEJIDAD EN SOCIOSISTEMAS

Dra. Liliana Beatríz Sosa Compeán
Universidad Autónoma de Nuevo León

Introducción

Las sociedades, en conjunto con su ambiente natural y construido, pueden entenderse como una gran entidad en la cual sus elementos (sujetos, elementos naturales, objetos, edificios, artefactos, símbolos) interactúan y producen procesos que hacen que dicha entidad permanezca y evolucione. Este tipo de entidades funcionan como sistemas, a los cuales denominamos sociosistemas; este tipo de sistemas exhiben las propiedades de los sistemas complejos adaptativos (SCA). Los SCA han sido descritos desde las matemáticas, la física y la biología, y recientemente han brindado una plataforma teórica multidisciplinaria para el estudio de sistemas humanos y el diseño.

Este texto tiene como objetivo describir a los sociosistemas en términos de sistemas complejos adaptativos y establecer una perspectiva sistémica para la actividad del diseño, enfocándonos de manera particular en los artefactos. Primeramente, se conceptualiza la complejidad de los sociosistemas desde el aparato teórico de los SCA; bajo esta idea se analiza el papel que históricamente han jugado los objetos en la consolidación y el desarrollo de los sistemas humanos; posteriormente se expone cómo se puede concebir a los artefactos como estrategia para el desarrollo de los sociosistemas y, finalmente, establecer directrices que orienten a su diseño. Como resultado, se

pudo observar el rol de los artefactos como estructuras informáticas que estabilizan procesos sociales y estructuran interacciones que dan pie a sociosistemas más robustos y sostenibles, y que pueden ser diseñados con miras a que sean mejores catalizadores y potenciadores de complejidad social cuando: son proyectados como parte de un proceso evolutivo; son útiles para fomentar interacciones; establecen mecanismos de retroalimentación; y/o remiten conocimiento (fungen como una especie de memoria).

La complejidad y los sistemas

Para comenzar a referir a los dispositivos y artefactos producidos y diseñados por los seres humanos como agentes en un sistema, debemos establecer la perspectiva y pensamiento del cual se parte para concebir la realidad desde este planteamiento: la complejidad y los sistemas complejos. Estos conceptos representan un pensamiento no reduccionista en donde el todo es más que la suma de sus partes y las interacciones entre dichas partes toman relevancia. En este tenor, a los conjuntos identificables compuestos de personas, objetos (tanto naturales como artificiales) y el hábitat o medio donde interactúan, en este trabajo se les conceptualiza como sociosistemas. Éstos, por sus características, organización y procesos, pueden definirse como sistemas complejos adaptativos (SCA). Profundizaremos en las definiciones y concepción de estos sistemas con el fin de establecer el marco de la complejidad que fundamentará la noción de los objetos como catalizadores de complejidad en los sociosistemas.

En los campos de las ciencias de complejidad, lo complejo en un sistema, no expresa un sentido de complicación o desorden, sino un sentido de que cada uno de sus elementos se encuentran

interrelacionados entre sí, por lo que lo que sucede a nivel local con los componentes tiene, en alguna medida, efecto en el sistema global, y por consiguiente en todos los componentes. La noción de lo complejo y el entendimiento del mundo como un sistema puede rastrearse desde la antigua Grecia, en corrientes filosóficas como el pluralismo, que esbozaban ideas de totalidades compuesta por múltiples componentes interrelacionados, sin embargo, hay otra postura epistemológica que ha sido valiosa para el desarrollo de conocimiento: el reduccionismo, cuyo principio general para conocer y explicar fenómenos observables es reducirlos a sus partes más simples y fundamentales. Aunque sin duda el reduccionismo ha sido enormemente útil en el desarrollo de la humanidad, existen fenómenos que no pueden ser explicados ni comprendidos desde estos términos y conviene abordarlos a partir de una perspectiva sistémica. ¿Qué fenómenos conviene describir desde las perspectivas sistémicas? Gershenson (2017) indica que, cuando las interacciones sean relevantes para el fenómeno, es decir, si éstas determinan el estado futuro de un componente que lo integra, aunque sea parcialmente, debe considerarse la perspectiva de la complejidad.

En toda la realidad que nos rodea existen innumerables ejemplos de entidades sistémicas que dan origen a diversos fenómenos observables, entidades en las cuales la multiplicidad de agentes que las componen interactúan a niveles locales y dan lugar a patrones y conductas globales que les dan una identidad. Podríamos mencionar como ejemplos de sistemas complejos a un ser humano, una ciudad, el tráfico de una ciudad, un cerebro, una célula, un pueblo, un organismo, una colonia de insectos, entre otros. A este tipo de entidades se les denomina sistemas complejos adaptativos (SCA),

El físico estadounidense John Holland fue pionero en la descripción de estos sistemas; en su obra *El orden oculto* (Holland, 2004) describe nociones sobre el estudio de los sistemas complejos. Existen diferentes definiciones de lo que es un sistema complejo adaptativo, pero todas remiten a una unidad global que exhibe patrones de comportamiento originados por las interacciones a escala local de una colectividad de agentes que la conforman. (Johnson, 2001) (Holland, 2004) (Miramontes, 1999) (De Domenico, et al., 2019). La adaptabilidad de los sistemas complejos tiene origen en los procesos de retroalimentación y mecanismos de memoria que poseen.

Las ciencias de la complejidad son relativamente recientes y tienen bases en la teoría general de sistemas propuesta por Bertalanffy a mediados del siglo XX, en la cual se aborda a los sistemas no por los términos de sus componentes sino por su tipo de organización, estructura, funciones y propiedades. Esta epistemología pone en la mesa la posibilidad de conceptualizar, entender y explicar diversos sistemas complejos en donde las interacciones originan emergencia de patrones. Conocer cómo son las interacciones y la organización de este tipo de sistemas posibilita pronosticar, en cierta medida, su comportamiento o estados futuros, y por ende la posibilidad de intervenirlos (diseñarlos) basados en las pautas que exhiben. Los sistemas complejos pueden ser de naturaleza muy distinta, Steven Johnson (2001) expone en su libro *Sistemas emergentes: o qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*, varios ejemplos de SCA y estas pautas a las que nos referimos. Independientemente de su carácter, en los sistemas complejos las interacciones son una parte esencial, ya que de ellas se producen procesos que las producen, es decir son entidades autorreferentes, con mecanismos

de retroalimentación, con propiedades de autorregulación y autoorganización.

Las ciencias de la complejidad, aunque han sido desarrolladas en la física y abordadas en gran medida en estudios de biología, se han extendido a diversas áreas de estudio y han servido como referente teórico en distintos campos, así como en proyectos transdisciplinarios; esto ha ocurrido, en gran parte, gracias al desarrollo de herramientas computacionales que han permitido la capacidad de computar, organizar y visualizar grandes cantidades de datos que dejan ver patrones y conductas a escalas superiores, dadas por nuestras múltiples interacciones que generamos a través de las redes que hemos construido; diversos fenómenos sociales han podido ser explicados con teorías como la de redes y la teoría de juegos, que forman parte de la rama de las ciencias de la complejidad. La disciplina del diseño no queda ajena a la influencia de estos conocimientos toda vez que podemos considerar a su campo de acción, es decir, a los sistemas sociales y el medio con el que se desarrollan como un sistema complejo. Esta postura plantea que los sociosistemas pueden interpretarse como isomorfos a otros sistemas complejos, lo que puede ofrecer una orientación para concebir a los objetos de diseño desde un enfoque distinto y considerarlos como una estrategia que los conciba como agentes catalizadores que permitan la estructuración del macrosistema al que pertenecen.

Uno de los principales rasgos que se debe comprender de los sociosistemas es qué tan complejo es, ya que de ello pueden derivar las estrategias a seguir para transformarlo, pero ¿qué atributos debe poseer un sociosistema para considerarse complejo? Siguiendo con los conceptos teóricos de los SCA, podemos establecer que la complejidad

de éstos es una característica un tanto imprecisa de medir debido a que el conjunto de rasgos que la describen no necesariamente se presenta de igual manera en un sistema que en otro, sin embargo, podemos mencionar atributos que agregan complejidad a los sistemas, incluyendo a los sociosistemas:

- Tamaño de frontera relativamente grande.
- Habilidad estructural de transformación.
- Cantidad de conceptos que puede representar al interior.
- Cantidad de interacciones, capacidad de autorregulación.
- Calidad y cantidad de vías de flujo de información.
- Cantidad de patrones que puede almacenar y manejar.
- Nivel de conciencia de sí mismo o autopercepción.

El grado de complejidad de un SC, le otorga mayor adaptabilidad ante la incertidumbre de su entorno, mayor complejidad puede dar al sistema mayor robustez, resiliencia y antifragilidad (Gershenson, 2017) (Taleb, 2013). La complejidad engendra complejidad por retroalimentación positiva, los sistemas complejos adaptativos tienden a evolucionar y hacer más eficientes sus procesos conforme transcurre el tiempo.

Establecer las interacciones entre los sujetos, los objetos y su entorno como factor relevante para el desarrollo social trae implicaciones para el diseño y la proyección de sus resultados y objetos, ya que el rol de los objetos, dispositivos o artefactos se contempla en términos del sistema, y no sólo en su escala local, es decir, no solo para su usabilidad y performance para un usuario en un contexto determinado. Para adentrarnos a este respecto, comenzaremos a conceptualizar a los sistemas en donde el diseño toma acción desde el enfoque de la complejidad.

Los sujetos, los objetos y el entorno como un sociosistema

La idea de considerar a los artefactos, los sujetos y su entorno como un gran sistema se ha venido desarrollando formalmente desde hace algunos años. Edgar Morín, en su obra sobre pensamiento complejo, plantea al respecto que los sistemas no deben considerarse dependientes de su medio, sino que éste es parte integral de los sistemas (Morín 1994). “El hombre, sus máquinas, sus redes de comunicación y monetarias son parte del ecosistema y forman parte, también, de sus diagramas energéticos y de información” (Rueda, s.f., párr.1). Por otro lado, en concordancia con estas nociones, también se han estudiado a los ecosistemas en conjunto con los sistemas sociales; Uribe Castro (2014) describe a esta integración como socioecosistema: un sistema complejo y adaptativo que alude a procesos e interacciones entre los sistemas sociales (cultura, economía, organización social y política) y los sistemas ecológicos (naturaleza) en un espacio-tiempo determinado. En ese mismo sentido, también hay aproximaciones que integran a dispositivos y artefactos; French y Bell (1995) refieren como sociotecnosistemas a organizaciones en las cuales interactúan los humanos, máquinas y los aspectos ambientales del sistema de trabajo. Por su parte, el filósofo y sociólogo Bruno Latour desarrolla la idea de que el estudio de lo social debe implicar el reconocimiento de los actores involucrados en su acción, lo que conlleva a incorporar a los sistemas sociales elementos “no-humanos”, haciendo referencia a objetos naturales y creados por el humano (Latour, 2008). Este autor ya infería sobre la relevancia de los objetos como agentes de los sistemas y su consideración en la red de interacciones humanas, no solo como simples transmisores de mensajes, sino que las cosas podrían autorizar, permitir, dar los recursos, alentar, sugerir, influir, bloquear, hacer posible, prohibir, etc.

Estos abordajes nos permiten hacer una aproximación al concepto que hemos denominado sociosistema: sistema complejo adaptativo que engloba las interacciones y procesos de elementos, agentes, componentes de distintas naturalezas; describe conjunciones de sistemas sociales, técnicos, tecnológicos y/o ecológicos; exhibe autosimilitud en sus subsistemas, así como propiedades de autoorganización y autorreferencia. Los sociosistemas pueden determinarse en múltiples escalas que serían determinadas por quien decida abordar su estudio desde un dominio o escala determinada dada la relevancia de las interacciones que dan identidad al sociosistema definido.

Para poder pensar a los sociosistemas en los términos y marco teórico de los sistemas complejos adaptativos y reflexionar su analogía con sistemas complejos de distinta naturaleza, resulta de gran utilidad pensarlos en términos de información. Recordemos que, independientemente de la naturaleza de los componentes, la homeostasis y el tipo de organización del tipo autopoietica es lo que define este tipo de sistemas, por lo que los elementos, agentes y componentes que constituyen, dan estructura y soporte a los sociosistemas (incluyendo a los artefactos), pueden considerarse como unidades informáticas, es decir, información estructurada como una unidad identificable y observable con características tales que permiten, ordenan y especifican las interacciones, y por tanto dirigen las identidades globales.

El concepto de información puede tener varias acepciones, pero de manera general es entendida como el conjunto de datos estructurados que tiene efectos con lo que interactúa. Wright (2005) expone la relevancia de la información en los sistemas y puntualiza que, tanto

en las sociedades como en los organismos, o en las células, lo que los cataliza y mantiene como entidades es la información, que define como una forma estructurada de materia o energía cuya función general es conservar y proteger estructuras.

Por otro lado, sabemos que los sistemas dinámicos, como los sociosistemas, no pueden entenderse solo por la descripción de sus partes, ya que las interacciones de sus componentes generan información que los retroalimenta y va transformando, haciéndolos evolucionar y aumentar su complejidad para su resiliencia y robustez ante la incertidumbre de lo que ocurre fuera de ellos, lo que les permite consolidar su identidad y perdurar en el tiempo. Es ahí donde radica la pertinencia de pensar los objetos que diseñamos como estructuras interactuantes y dinámicas en el espacio y el tiempo, que se entretejen con los elementos de su contexto, haciendo que emerjan nuevos patrones y procesos a escalas mayores que finalmente, también marcarán las tendencias que los transformarán. Los objetos pueden ser diseñados con la intención de que la resolución de los problemas emerja conforme se van consolidando y adaptando procesos, y planeando proyectos más complejos por etapas.

Dentro de este marco, es plausible considerar a los artefactos como unidades informáticas activas (es decir, agentes) en los sociosistemas. En los sistemas sociales esta información estructurada, que conceptualizamos como un objeto, puede interpretarse por su utilidad, significado, relevancia e incluso su vigencia; en general se evalúa por el impacto que representa para otros agentes (los sujetos), pero en el sistema global (al observarlo desde una perspectiva de segundo orden) los artefactos podrían categorizarse por su función sistémica, es decir, los procesos que producen a nivel global.

La referencia de la observación de segundo orden trata de explicar la perspectiva de un diseñador al considerar a un sociosistema como su objeto de estudio, al cual podría intervenir con la introducción información estructurada (artefactos) como estrategia para detonar cambios evolutivos. Al considerar las funciones sistémicas de los componentes (sujetos, objetos, artefactos, medio) de los sociosistemas, podrían proponerse soluciones más precisas por el hecho de conocer las interrelaciones de los componentes, ya que podrían conocerse los efectos que tienen unos en los otros. Debemos tener en cuenta que dependiendo del dominio del fenómeno observado (el problema a solucionar) y de la escala de descripción de éste, las funciones de las unidades informáticas (incluyendo los artefactos) pueden representar cosas distintas, incluso ser multivalentes. Es decir, una misma unidad puede tener un cierto rol a una escala y otro diferente desde otro nivel descriptivo.

Para fines ilustrativos se realizó una analogía entre entidades de tipologías de SCA, así como una propuesta de cómo podrían categorizarse de manera general algunos componentes de los sistemas de acuerdo con la función en lo global (Tabla 1).

Una vez conceptualizando a los sociosistemas como sistemas complejos que pueden intervenir desde el diseño de sus artefactos, las ciencias de la complejidad pueden ofrecer herramientas para establecer estrategias de acción para ello. Pero antes de ahondar en las actividades disciplinares propias del diseño, debemos observar y advertir cómo los objetos que creamos han sido desarrolladores de procesos en los sociosistemas y se entretejen y ayudan a entretejer numerosas redes de interacciones que explican tanto su surgimiento como las identidades expresadas en el espacio y tiempo de cada época.

Unidades informáticas categorizadas por el énfasis de su acción en los sistemas

Tipologías de SCA			
Categoría de los componentes de los SCA en cuanto a su función global	Sistemas sociales	Sistemas artificiales	Sistemas biológicos
Unidades procesadoras	Imaginario colectivo	Computadora (procesador)	Cerebro/Distribuido
Programan/instruyen y condicionan	Cultura/costumbres	Sistema operativo/software	Genotipo, ADN/instinto
Catalizadores actuadores/actores/agentes/desarrollantes de procesos	Edificaciones y mobiliario urbano/objetos/sujetos/caminos	Hardware	Materia orgánica
Detonan acción	Símbolos, señales sensoriales, lenguaje	Impulsos eléctricos	Elementos químicos
Sensan/traducen/introducen información	“Fronteras” (de todo tipo)	Sensores de movimiento/peso/calor, etc.	Sentidos/Hojas, raíces, tallos

Tabla1: una posible categorización de unidades funcionales de información en distintas tipologías de sistemas, en una escala determinada de manera discrecional. Elaboración propia adaptado de Sosa Compeán L. B., 2017.

Los objetos, artefactos y dispositivos como catalizadores de sociosistemas

No es secreto que la tecnología que hemos diseñado ha tenido un rol fundamental en el desarrollo de las sociedades. Conforme ésta se hace más sofisticada, produce cambios sociales de manera más acelerada y en general, si con la tecnología se hace más eficiente el intercambio de información. En los siguientes párrafos profundizaremos en los fundamentos de estas nociones, explicado desde la óptica que hemos descrito: desde los sistemas.

Para que un sistema sea considerado como tal, es necesaria una interrelación e intercambio de información entre los elementos que

lo componen. En el caso de los sistemas sociales humanos, desde el comienzo de nuestra historia, la forma en que nos organizábamos para interactuar daba pie a que se consolidaran innovaciones culturales y tecnológicas que, a su vez, nos transformaban en una constante retroacción. Pasar de ser cazadores recolectores a formar aldeas implicó cooperación, lo que Wright considera el mecanismo clave para la complejidad y evolución cultural (Wright, 2005).

Dada la complejidad creciente en los sociosistemas, es decir, la estrecha interconexión entre sus componentes, los efectos y las causas de cada avance en la calidad de las tecnologías, se pueden identificar a lo largo de las épocas en todos los aspectos de nuestras sociedades. Las incidencias e interrelación de los procesos se reflejan al observar las transformaciones de identidad y paradigmas de comportamiento de cada periodo de tiempo. Para clarificar lo anterior, podemos tomar como ejemplo de referencia los periodos de las revoluciones industriales, a partir de los cuales se evidenció de manera clara cómo han sido los procesos evolutivos en los últimos siglos (ver tabla 2).

Observemos cómo en las épocas donde empezó la revolución industrial, el procesamiento de información estaba estrechamente relacionado con el procesamiento de materia y energía. Un objeto de la época que sirve de reflexión es la locomotora. Wright describe cómo su motor era un procesador de energía de lo más avanzado; este dispositivo en particular además tenía un regulador, un bucle de retroacción que le permitía procesar datos sobre su propio estado. Resulta interesante cómo este ejemplo de objeto puede considerarse en sí mismo un sistema, pero el punto es que la locomotora, en el plano social, intervenía en el procesamiento de información a esa escala al igual que en el de materia y energía; los trenes transportaban no solo

Períodos		Primera Revolución 1760 - 1830	Segunda Revolución 1870 - 1914	Tercera Revolución 1945 - 2009	Industria 4.0 2011 - Hasta nuestros días
Aspectos de incidencia en los sociosistemas			Aparecen materias primas químicas, como el plástico y otros tipos de tejidos en la industria textil. La utilización de minerales aumenta. Se busca la automatización.	Apartir de investigación y desarrollo se da un abaratamiento de las materias primas, y adquieren características más sofisticadas.	Los datos son materia prima para la industria. Aparece la maquinaria AI, la nube, simulaciones, etc. (Infotecs,2020)
Producción de bienes.	La mecanización toma auge. La máquina de vapor influye en los transportes y fabricación.	Entre las materias primas importantes se encuentran el carbón, el petróleo, la madera y el algodón.	Se usa la electricidad y el petróleo. Se busca la automatización. Diseños importantes: el dinamo, el motor de explosión, el cinematógrafo y el teléfono.	Se añade la energía natural, la energía atómica, surgen las energías alternativas, como son la eólica, la solar, la hidráulica, entre otras. Se busca la automatización y la robotización.	Así como la concepción y desarrollo de la fábrica inteligente asociada a una visión de la fabricación informatizada con todos sus procesos interconectados entre sí haciendo uso del internet de las cosas. (López, 2020)
Enfoque de los desarrollos tecnológicos	El objetivo de esta etapa es producir mucho y barato. Esta industria depende de los inventos de la época y las que más se desarrollan son la siderúrgica y la textil.	La novedad es la aparición de la industria química que incrementó adelantos en la agricultura, como mejores abonos para una mejora del cultivo. También tuvo influencia en la medicina, que supuso un adelanto en esta ciencia.	Busca alcanzar altas tasas de crecimiento por el uso de nuevas tecnologías. Este enfoque se aplica a sectores como la aeronáutica, las comunicaciones, la salud y la medicina, la óptica, o el mundo científico, que requiere aparatos de precisión	De acuerdo con López (2020) la tecnología abre paso a:	<ul style="list-style-type: none"> • Internet de las Cosas • Big Data, AI • La nube • Ciberseguridad • Realidad Virtual • Simulaciones 3D • Maquinaria automatizada • Robótica, Machine Learning

continúa

	Aparece la propiedad privada y la pública.	Las empresas son propiedad de grandes grupos de empresarios.	Hay una convivencia entre los distintos tipos de empresas.	Existe una conexión entre empresas que comparten datos.
Tipos de empresas	El objetivo era obtener mayor beneficio abaratando la materia prima.	Cada empresa trataba de agrupar el mercado mundial para que hubiera menos competencia.	El dominio lo tienen las grandes multinacionales, ya que tienen e invierten un mayor capital.	Predominan aquellas empresas enfocadas en algoritmos y tecnología en sus procesos. (Basco et. al., 2018)
Cultura	En esta época la cultura es un privilegio, y sólo la gente con dinero tiene la oportunidad de ser culta.	Antiguamente había una cultura elitista, en la que sólo unos pocos eran los privilegiados.	Los medios de comunicación son los que forman parte de la cultura de masas, ya que la televisión pretende unificar los comportamientos globales.	Este tipo de industria requiere un cambio de mentalidad, la máquina no predomina sobre el personal. Más bien se crea un sistema en conjunto. (Kaizen Blog, 2018)

Tabla 2: revoluciones industriales, tecnología y su incidencia en los contextos, aspectos y procesos de los sistemas sociales. Elaboración a partir de Universidad de Cantabria (2017), tomado de Luna & Sosa, 2021.

acero y carbón, sino también correspondencia y periódicos (también artefactos), y no fue sino hasta el surgimiento de la telecomunicación con el telégrafo, hacia 1830, cuando se inició la separación de la tecnología de las comunicaciones de la tecnología de los transportes. “La locomotora, junto con otros rápidos portadores de datos, puso de manifiesto la verdad resaltada ya por la imprenta; que cuanto más aprisa se mueven los datos, más grande y denso puede ser un cerebro social” (Wright, 2005, p. 204).

Como hemos observado, los distintos artefactos, tanto en individual como en conjunto, juegan un rol de catalizadores de diversos procesos, las cosas proporcionan soporte y materialidad a información, representaciones simbólicas, memes y cultura, contribuyen a la permanencia y estabilización al sistema en su escala macro. Además, por otro lado, a niveles locales no solo se les atribuye la ‘capacidad’ para mediar todo tipo de interacciones, sino para

mantener la vigencia del mundo. A la pregunta sobre quién se queda a cargo mientras los humanos duermen, se puede contestar que son los objetos fabricados por ellos mismos con tal fin (Pozas, 2016, p. 4).

Por otro lado, otra de las formas en donde queda de manifiesto el involucramiento de los artefactos sobre los procesos de los sociosistemas es cuando la información que acumulamos se ordena para generar conocimiento que devienen en la creación de nueva tecnología basada en múltiples artefactos y viceversa: de información estructurada en artefactos, deviene en formas de conocimiento. Tracemos, para ejemplificar, una línea de tiempo sobre conocimiento, desarrollos tecnológicos y su implicación en dinámicas sociales. Empecemos no muy atrás, en un hito del conocimiento que marcó el inicio de una era informática: la máquina de Turing en 1936, abriendo paso al desarrollo de la teoría de la computación y la posibilidad de descifrar información de manera automática; cronológicamente, sigue en los años 40 la teoría de la cibernética (de Wiener), dando lugar a la posibilidad del estudio del control de sistemas en diferentes campos, transdisciplinariedad en las actividades productivas; más adelante, por esos años, se apuntalan las computadoras (desde Von Neumann), permitiendo transformación de formas de trabajo y producción; ya en los años 50 empieza la inteligencia artificial, deviniendo de ello, mucho más adelante, asistentes virtuales y toma de decisiones por no humanos; unos años más adelante, en esta misma década, tienen origen los robots y el posterior reemplazamiento de mano de obra humana en algunos trabajos. Para la década de los 60, con todos estos avances, se hace posible tecnología como el reconocimiento facial; aproximadamente a finales de esta década surge la mecatrónica, abriendo paso a sofisticadas tecnologías, drones, transformación

en comunicaciones, vigilancia, transporte de recursos. Ya en los 70 comienzan desarrollos de interfaz cerebro-computadora. Por estos años surgen conocimientos en nanotecnología, que traería avances en medicina/paneles solares/materiales, y se abre la posibilidad de transformaciones en diferentes industrias y necesidad de nuevas normas. En la década del 2000 al 2010, la estrecha relación entre conocimiento y desarrollo de artefactos tecnológicos permitieron avances acelerados en los campos de la biología y la medicina: se consiguieron grandes avances en la secuencia del genoma humano; aplicaciones médicas, modificación genética/ implicaciones de bioética, prototipos de mano artificial, prótesis impresas en 3D, democratización de producción de objetos y ciertos bienes, entre muchas otras cosas. En los años posteriores y hasta nuestros días los cambios que se han gestado a partir del conocimiento y la tecnología han sido constantes y cada vez más sofisticados; pero sin duda el año 2019 vino a sacudir y poner a prueba la resiliencia de nuestro mundo y se exhibió en todo su esplendor la complejidad de nuestra realidad ante la llegada del virus llamado SarsCov-2, que desató la pandemia mundial de covid-19. Ante este escenario, fuimos capaces de colaborar, intercambiar información y organizarnos para hacer frente a la amenaza para nuestra subsistencia, la tecnología y un sinfín de artefactos nos permitieron continuar con los procesos que se vieron interrumpidos por la contingencia, así como poder adaptarnos a nuevas maneras de convivir. Pero, de lo más relevante, fue el logro de producir en tiempo récord una vacuna para combatir la pandemia. Todo esto no hubiera sido posible sin los antecedentes, colaboración y trabajo previo en años recientes y también de lo que hemos descrito en la línea de tiempo de los párrafos anteriores.

Estos procesos, de los cuales se desprende la creación de artefactos que retroalimentan a un sociosistema y lo reconfiguran, se ilustran con el relato que el historiador de la economía Joel Mokyr (citado por Wright 2005) sobre la revolución industrial europea, la cual atribuye a lo que llama “cadenas de inspiraciones”, ideas que conducían a otras; pero menciona de manera particular a la máquina de vapor de Watt, y hace notar que, aunque en apariencia es una creación de su inventor, fue resultado de la colaboración y, en ocasiones, entre personas que no se conocían, es decir, de interacciones y procesos previos que permitieron y dispusieron las condiciones que dieron pie a la configuración tangible de la máquina (Wright, 2005).

Todo lo anterior deja en evidencia la importancia de basar el diseño estratégico de los artefactos en conocimiento de su impacto a escalas mayores cuando interactúan dentro de su sociosistema. Como se sabe, en el proceso de diseño la investigación es determinante para lograr los objetivos del proyecto; la perspectiva de la complejidad nos conduce a repensar sobre el proceso de diseño teniendo en mente no sólo las funciones prácticas y simbólicas de los artefactos, sino su función sistémica, así como su interactividad en una red de relaciones. Además, trae consigo una variable importante para proyectar: el tiempo, ya que en este enfoque su transcurrir define la acción de los artefactos en escalas superiores.

Para concluir con estas reflexiones y, habiendo observado los procesos de transformación de los sociosistemas a lo largo de la historia, podemos inferir que los artefactos y las tecnologías que fomentan en los sociosistemas procesos de retroalimentación y soportan en ellos información útil (como una especie de memoria), son los más valiosos, ya que contribuyen en mayor medida a la evolución y

consolidación de los sociosistemas; al propiciar relaciones armoniosas, emergen soluciones ante adversidades y problemas que se presentan.

Diseño para catalizar procesos en los sociosistemas

Desde los preceptos que se han presentado, cabría preguntarse el papel que juega la disciplina del diseño en los sociosistemas, dado que, como se ha establecido, son sistemas que se autoproducen, podría decirse que se auto diseñan; sin embargo, cabe la reflexión de que no debemos observar al diseño como cuestión ajena a los sociosistemas, porque sencillamente es una actividad que se produce en ellos: todos somos parte de los sociosistemas y se diseña para las personas que son parte de él. Si bien puede hacerse el ejercicio mental de observar a un sociosistema como observador de segundo orden para poder intervenirlo con el diseño, quienes diseñan son parte de él y los objetos o productos que se desprenden del proceso de diseño son definidos por los contextos locales que existen en el interior del sociosistema de donde son, y son producto de una serie de procesos y cadenas de inspiraciones que sucedieron con anterioridad.

Ante la perspectiva que hemos descrito por la cual consideramos a los artefactos información estructurada y, a su vez, estructurante de los sociosistemas, vale la pena reflexionar sobre los modelos metodológicos del diseño que convienen cuando: 1) se tiene la intención de diseñar a un sociosistema; 2) se tiene la intención de diseñar elementos del sociosistema (en este caso, artefactos). De tal forma que resulta pertinente la propuesta que Richard Buchanan hace sobre los distintos órdenes del diseño, con lo cual se puede visualizar la gradiente de lo que podrían abarcar proyectos de diseño. Buchanan (2015) pone en primer orden a los símbolos y señales, el diseño que

sirve para la comunicación visual principalmente; en un segundo orden, a los artefactos y productos usables; el tercer orden trata del diseño de servicios, actividades, procesos, experiencias; el cuarto, lo refiere al diseño de estrategias, organizaciones, ambientes. Estos distintos niveles no se excluyen, sino que se contienen conforme las escalas de aplicación crecen (Fig. 1). Así, un proyecto para diseñar experiencias, por ejemplo, incluye símbolos y productos en su propuesta.

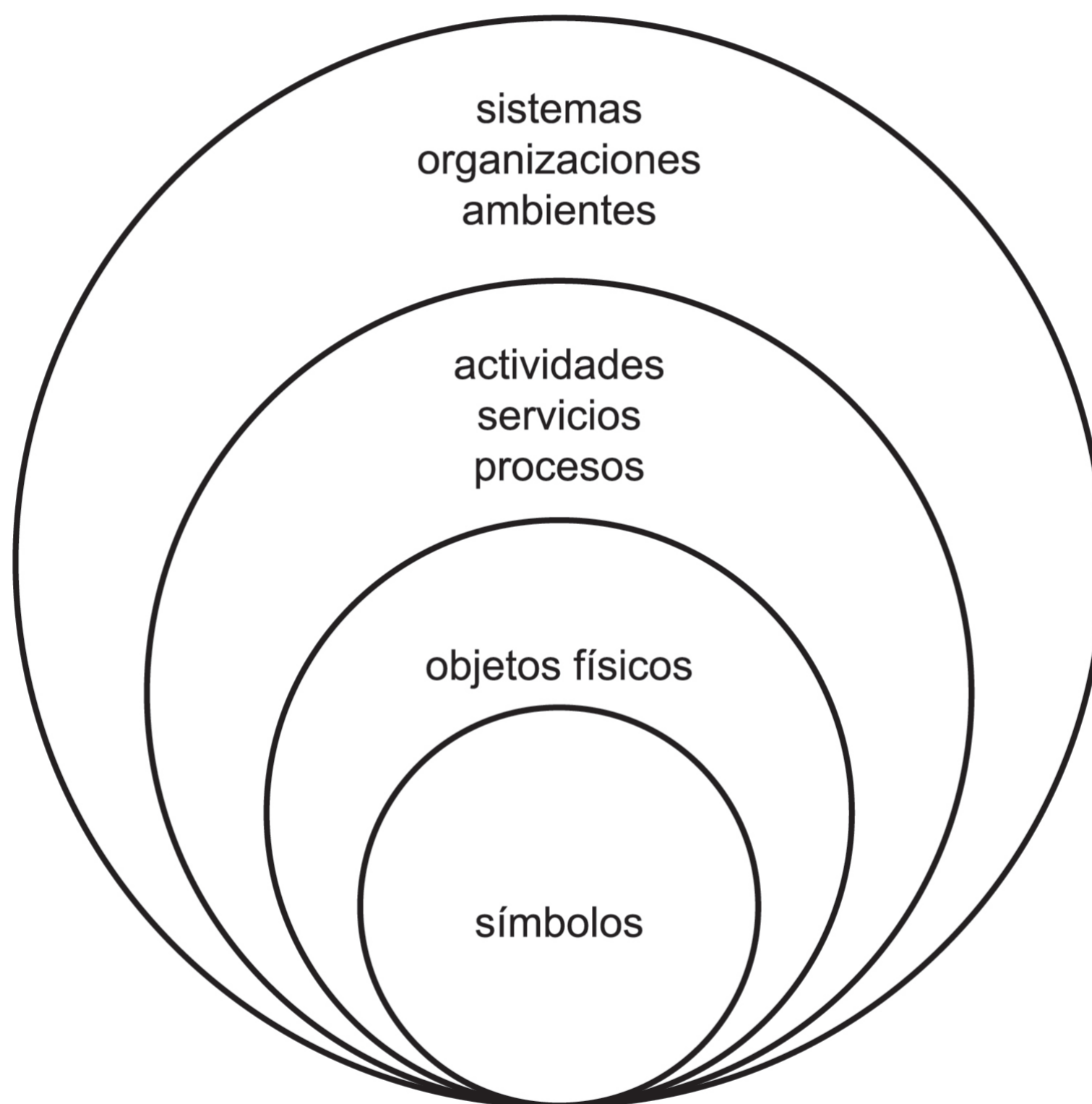


Figura 1: órdenes del diseño, elaboración propia a partir de Buchanan, 2015.

Para incorporar la concepción de los artefactos como catalizadores de procesos en los sociosistemas a la práctica del diseño, debemos entender las nociones de la complejidad de los sistemas, ya que, si bien podemos enfocar los proyectos de diseño a un orden de diseño,

cualquier creación influye y se apoya en los otros órdenes. Las cosas no funcionan solas ni son estáticas en el sentido de sus funciones e interacciones. El diseño debe considerarse como parte de procesos continuos y dinámicos.

Ante la idea de los sociosistemas como sistemas complejos conceptualizados en términos de información y sus relaciones, podría entenderse al diseño como una especie de actividad de programación. En informática, la programación se entiende en el sentido de la creación de herramientas e instrucciones (como los algoritmos) para que se ejecute un programa. Podíamos hacer una analogía con el diseño de programas en informática, entendiendo que al crear e introducir objetos al sociosistema lo estamos “reprogramando”. En la informática hay dos abordajes principales con los que se pueden diseñar los programas: *top down* y *bottom-up*. El diseño de abajo hacia arriba está pensado para la práctica existente y se va construyendo para posteriormente acoplarse con los demás elementos; por otro lado, el diseño de arriba hacia abajo está diseñado para una actividad abstracta que se tiene como una especie de estado objetivo (Hartson & Pardha, 2019). El abordaje *top-down* formula la programación desde un resumen de lo que se busca para el sistema, no se especifican a priori detalles, sino que, con la resolución de cada parte, se redefinen aspectos y se van especificando los detalles. En contraste, en el diseño *bottom-up* las secciones y partes se diseñan detalladamente de acuerdo con los usos y prácticas, y posteriormente se enlazan para formar bloques más grandes que, a su vez, se enlazan hasta obtener el sistema completo. Ambos enfoques presentan sus ventajas, pero también desventajas: por el lado *top-down*, la funcionalidad y compatibilidad con la práctica, mientras que con el enfoque *bottom-up*, que los

procesos empaten y se coordinen para lograr resultados favorables en lo general.

Ya haciendo una analogía en cuestiones disciplinares de diseño enfocado a la creación de artefactos, el proceso de diseño para el orden de los sistemas (estrategia de diseño) puede diferir del proyecto de la ejecución (el diseño de los artefactos, por ejemplo), ya que estos últimos están pensados para las interacciones a nivel local. Sin embargo, debe tenerse presente que dado el rol que se tiene como diseñadores, no se debe dejar de lado el impacto y transformación que lo creado acarrearía y, si bien no se puede pretender controlar a un sociosistema, se puede intervenir para que sus procesos fluyan de mejor manera, evitando problemas que obstaculicen su desarrollo óptimo; por ello la estrategia debe ser una directriz que considere las funciones sistémicas de los artefactos que incluyen las propuestas de diseño, para posteriormente detallar en concordancia con los usuarios y contextos con los que la información dada interactuaría.

En los sistemas complejos adaptativos siempre hay un grado de incertidumbre en lo que se genera a partir de estas interacciones a nivel local, por lo que convendría que tanto desde el concepto global (diseño de sistemas) como desde el diseño del concepto local (el artefacto) se busque consolidar la adaptabilidad de los sociosistemas en su escala global, la cual se da por procesos de retroalimentación y memoria. Se infiere que los proyectos que dispongan estos procesos contribuirían de mejor manera al desarrollo social, proyectos que brinden a las personas información sobre el entorno y los contextos, sobre lo que sucede en lo colectivo, así como características que den capacidad a las propuestas de florecer por las interacciones, capacidad de expandirse, actualizarse o transformarse dada la forma en la cual fueron proyectadas.

Conclusiones

Los artefactos ayudan a consolidar y evolucionar a los sociosistemas, generan en éstos complejidad toda vez que catalizan la interacción humana. En este mismo sentido, en una descripción de los artefactos a nivel local, tenemos que nos permiten conducir nuestras acciones en nuestro medio inmediato, interactuar con otros, tomar decisiones; nos ayudan a comprender la realidad y manejarnos en la complejidad en la que estamos inmersos.

En cuestiones disciplinares y de la actividad del diseño, resultaría útil diferenciar tipos de proyectos de diseño según los distintos órdenes del diseño como lo sugiere Buchanan a la hora de ejecutar proyectos, teniendo en cuenta que los órdenes superiores tienen una orientación para conceptualizar soluciones a problemas globales y multifactoriales (propiciar nuevas identidades o patrones en los sociosistemas), mientras que, por otro lado, los órdenes primarios se orientan a solucionar problemas locales con artefactos que catalizarían la emergencia de las identidades globales de los sociosistemas.

Los procesos de diseño y las metodologías para cada uno de los órdenes del diseño es distinta, pero los proyectos integrales deben pensarse desde la complejidad y el rol sistémico de las cosas, ya que el problema de centrarse solo en la resolución técnica y estética de un artefacto para una interacción que es nada más a nivel local (con su entorno inmediato de agentes, es decir, usuarios directos y los objetos cercanos de su medio) puede derivar en repercusiones negativas que afecten a nivel global que, a final de cuentas y dada la naturaleza compleja de los sociosistemas, terminaría afectando también a la prosperidad del artefacto, la idea podría derivar en un proyecto efímero o no sustentable que no genere desarrollo sostenible.

Finalmente, debemos aclarar el sentido del rol de los artefactos como reductores de complejidad, pues como lo hemos descrito, dichos objetos, lejos de reducirla en los sistemas complejos sociales, la generan y la aumentan de manera incesante por su capacidad de intensificar y organizar las interacciones dentro del sistema. Ahora bien, como acabamos de mencionar en párrafos anteriores, en otra escala de descripción y desde el nivel de los sujetos, lo que hacen los artefactos es estructurar información circundante y dar inteligibilidad al medio, permitiendo así la interrelación de los sujetos con los otros agentes y su entorno (otros objetos, otros sujetos y su hábitat). Hace más fácil su supervivencia y desarrollo personal en el sistema, por lo que se puede entender que la reducción de complejidad que otorgan los objetos es referente a la capacidad de explicarnos nuestro entorno inmediato.

En definitiva, los artefactos nos han permitido evolucionar y consolidarnos como un gran sistema, tal vez, al tratar de reducir la incertidumbre que nos amenaza, nos organizamos para hacer intercambios beneficiosos con nuestros congéneres y así nos hemos construido y diseñado todo un entorno habitable lleno de edificaciones, herramientas y tecnologías, pero sobre todo de significados que nos brinden bienestar.

Referencias

Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>

Buchanan, R. (2015). Worlds in the Making: Design, Management, and the Reform of Organizational Culture. *he Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 5-21.

Domenico, M., Brockmann, D., Camargo, C., Gershenson, C., Goldsmith, D., Jeschonnek, S., Sayama, H. (2019). *Complexity Explained*. Doi/ 10.17605/OSF.IO/TQGNW

De *Etimologías de Chile*. (22 de 02 de 2022). [http://etimologias.dechile.net/?complejidad#:~:text=La%20palabra%20%22complejidad%22%20est%C3%A1%20formada,sufijo%20%2Ddad%20\(cualidad\)](http://etimologias.dechile.net/?complejidad#:~:text=La%20palabra%20%22complejidad%22%20est%C3%A1%20formada,sufijo%20%2Ddad%20(cualidad))

French, W. L., & Bell, C. (1995). *Desarrollo Organizacional. Aportaciones de las Ciencias de la conducta para el mejoramiento de la organización*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Gershenson, C. (2017). *Investigación y ciencia*. <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/34/posts/fragilidad-robustez-y-antifragilidad-15802>

Gershenson, C. (s.f.). *Interacciones. Curso de pensamiento sistémico*. UNAM.

Hartson, R., & Pardha, P. (2019). Chapter 13 - Bottom-Up Versus Top-Down Design. En S. Direct (Ed.), *The UX Book* (pp. 279-291). Morgan Kaufman. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805342-3.00013-8>.

Holland, J. (2004). *El orden de lo oculto*. Fondo de cultura económica.

Johnson, S. (2001). *Sistemas emergentes o que tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. Turner.

Kaizen. (2018, 27 de agosto). ¿Por qué es necesario crear una cultura 4.0 en la industria? Kaizen: <https://mx.kaizen.com/blog/post/2018/08/27/por-que-es-necesario-crear-una-cultura-40-en-la-industria.html#:~:text=La%2>

Kauffman, S. (2003). *Investigaciones: complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general*. Tusquets.

Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor red*. Ediciones Manantial.

López, J. (22 de junio de 2020). ¿Qué es la Industria 4.0? Factoría del Futuro: <https://www.factoriadelfuturo.com/que-es-la-industria-4-0/>

Luna, S., & Sosa, L. (2021). Escenarios globales desde la perspectiva de la tecnología: *Historia y Políticas sociales sectoriales*.

Maturana, H., & Varela, F. (2003). *De máquinas y seres vivos, autopoiesis: la organización de lo vivo* (1a ed.). Lumen.

Miramontes, O. (1999). Los sistemas complejos como instrumentos de conocimiento y transformación del mundo. En S. R. (editor), *Perspectivas sobre la teoría de sistemas*. UNAM-Siglo XXI.

Morín, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.

Morin, E. (2009). *El método, la vida de la vida*. Cátedra.

Pozas, M. d. (2016). La teoría del actor red: objetos, actores y cursos de acción. En M. d. Pozas, & M. Estrada Saavedra, *Disonancias y resonancias conceptuales: investigaciones en teoría social y su función en la observación empírica*. El colegio de México.

Rueda, S. (s.f.). *Metabolismo y complejidad del sistema urbano a la luz de la ecología*. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a008.html>

Sosa Compeán, L. (2020). *Nociones sobre diseño complejo: proyectar considerando la emergencia de los sociosistemas*. Labyrinthos Editores/ UANL.

Sosa Compeán, L. B. (2017). *Diseño basado en sistemas complejos*. Labyrinthos. Taleb, N. N. (2013). *Antifrágil: Las cosas que se benefician del desorden*. Paidós.

Universidad de Cantabria. (25 de Mayo de 2017). *Las revoluciones industriales, 1760-2000*. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1213/course/section/1497/OR-II.2.pdf>

Uribe Castro, H. (2014). *De ecosistema a socioecosistema diseñado como territorio del capital agroindustrial y del Estado-nación moderno en el valle geográfico del río Cauca, Colombia*. Colombiana de Sociología: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/recs/article/view/51702>

Wright, R. (2005). *Nadie pierde*. Tusquets editores.