

La operación de diseño y fabricación digital a la luz de la teoría de la individuación

Version adaptada para publicación de la Tesis doctoral

Autor: Mg. Flavio Bevilacqua

Director: Dr. Andrés Vaccari

1. Capítulo 1

1.1. Tema

En el presente trabajo se estudia la relación entre la operación de individuación propuesta por el filósofo francés Gilbert Simondon y la operación de diseño y fabricación digital. El modelo hilemórfico-intencionalista resulta insuficiente para explicar esta operación, mientras que la teoría de la operación de individuación expuesta por Simondon ofrece recursos para pensar a la operación de diseño por fuera del esquema hilemórfico, como así también para pensar cómo operan las nuevas tecnologías digitales en el diseño y la fabricación.

En una disciplina en la cual el modelo hilemórfico-intencionalista predomina como referencia para explicar las operaciones técnicas de puesta en forma, no existen estudios previos sobre la operación de diseño realizados a la luz de la teoría de la operación de individuación desarrollada por Simondon.

1.2. Fundamentación

Que una cosa sea, y que sea de una determinada manera, es un asunto que concierne al diseño. Más precisamente, es durante la *operación de diseño* que esas determinadas maneras y propiedades de las cosas son definidas. El modelo hilemórfico-intencionalista ha sido el dominante para dar cuenta de esta operación¹ orientada a la producción material de objetos; pero resulta insuficiente para fundamentar operaciones de diseño y fabricación digital. Para poder hacer teoría sobre el proceso de diseño y fabricación digital es necesario fundamentarlo en otros modelos.

El uso de *software* y *hardware* específico para diseño y fabricación digital, vinculado con instrumental que combina técnicas y procesos analógicos y digitales con la finalidad de generar objetos físicos, desdibuja los límites convencionales establecidos entre forma y materia, que son fundamentales en el modelo hilemórfico. Por ello, estudiar dicha operación a la luz de la teoría que ofrece el problema de la individuación, y hacerlo en función de teorías que dan cuenta de las operaciones implicadas en el problema de la materialidad y la finalidad, permitirá captar las nuevas relaciones que se establecen entre práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción, en las cuales la *información* asume un rol preponderante.

Simondon desarrolla una teoría de la operación de individuación en la cual deja de lado las sustancias para dar cuenta de la individuación y reproponer, así, la relación entre pensamiento y acción. La relación, en la teoría simondoniana de la operación de individuación, no es el encuentro de conceptos, materias o formas previas que existen en términos separados y constituidos antes del inicio de la operación, sino la resolución conjunta de individuaciones. Esta aproximación al problema de la individuación, centrada en el estudio de la operación y de la constitución de relaciones, es la indicada para dar cuenta de la operación de diseño y fabricación digital.

No se han realizado trabajos de investigación fundamentados en la teoría de la individuación de Simondon sobre la operación de diseño y fabricación digital; antes bien, se ha seguido utilizando la teoría hilemórfico-intencionalista para tratar de dar cuenta de esta operación. El presente trabajo, entonces, profundizará en el estudio de las relaciones entre el diseño y la fabricación digital en la operación de diseño a la luz de la teoría de la operación de individuación ofrecida por Simondon.

1.3. Antecedentes

Es posible organizar las investigaciones académicas, según el enfoque dado al estudio del diseño y la fabricación digital, en cuatro tipos:

¹La operación de diseño es considerada por la teoría, generalmente, según el punto de vista hilemórfico/intencionalista, según el cual *forma* y *materia* son dos niveles de realidad que no están relacionados al principio de la operación a través de la comunicación: el diseñador es quien opera en el mundo de las ideas y finaliza su actividad al realizar los planos en forma de código de instrucciones para que estos sean ejecutados por algún otro. Además, se supone que existe un principio de individuación; principio que hace tender el pensamiento hacia el ser individuado, hacia la cosa terminada, definida y estable. Es decir que esta manera de estudiar la realidad del ser como individuo pone énfasis en el estudio de la cosa individuada, estable y definida, antes que en la dinámica de la operación de individuación.

- a) Narraciones de experiencias de diseño y fabricación digital: Bruscatto Portella, Underlea (2006); Bravo Martínez, Maite (2016); Grajewski, Zachary (2015); Mangione, Anthony (2016); Remmerswaal, Nadia (2015).
- b) Caracterización de nuevas posibilidades de diseñar cuando se hace uso de las herramientas de diseño y fabricación digital durante la operación proyectual: Chiarella, Mauro (2009); Oliveira Mateus, Joao Vasco de (2016); Sarabia Pérez, Rubén (2012); Ciurana, Quim de; Ríos Chueco, José (2007); Gil Moreno de Mora Martínez, Diego (2015); Malé Alemany, Marta (2016); Oliva Santos, Raúl (2016); Valamanesh, Roozbeh (2012); Stoutjesdijk, Peter (2013); Henning, Kris (2011).
- c) Análisis teórico del diseño y la fabricación digital fundamentado, principalmente, en teorías de la complejidad, cibernética, biológicas: Cifuentes Quin, Camilo A. (2014); Jugrestan, Septimiu (2009); Yuan, Dianfei (2016).
- d) Catalogación de *hardware* y *software* para el diseño y la fabricación digital: García del Valle Lajas, Matías (2016); Sánchez Caballero, Samuel (2012); Zulueta Dorado, Francisco de (2016); Ruíz Vega, Nancy (2009); Barrera Poblete, Carlos Ignacio de la (2011); Pereira, Thiago Siqueira (2015); Schwartzburg, Yuliy (2015); Almeida, Henrique Stabile de (2015).

Existen distintas aproximaciones teóricas al problema de la operación de diseño:

- a) Teorías de la operación de diseño en función del producto acabado; es decir, teorías en las cuales el objeto es el producto acabado y, en relación con él, se estudia el proyecto. Estas suelen presentar organizaciones sistémicas tipificadas que varían según la complejidad y las especificidades funcionales del objeto por diseñar. Quienes las emplean suelen pertenecer a empresas y grandes oficinas de diseño: Bernhard Bürdek (2005); Tomás Maldonado (1987, 1992, 2002); Dieter Rams (2013); Peter Paul Verbeek (2005); Donald Norman (2013).
- b) Teorías de la operación de diseño que estudian sus aspectos intrínsecos. Estas teorías otorgan preponderancia variable a distintos actores intervinientes en la práctica de diseño. Quienes las emplean suelen referir a diseñadores independientes o a distintos espacios del ámbito académico: Norman Potter (2008); Ricardo Blanco (2013).

A los fines de la presente investigación, es posible organizar las aproximaciones al estudio de las relaciones entre los seres humanos y los objetos tecnológicos, dentro del marco del *problema de la individuación*, en dos grandes grupos:

- a) Teorías de la ontología que plantean una división sustancial entre naturaleza y artificio (Martin Heidegger, Lewis Mumford, Ortega y Gasset).
- b) Teorías que estudian los beneficios mutuos de las relaciones entre humanos y artefactos tecnológicos, sin situarlos en espacios antagónicos (Gilbert Simondon, Bernard Stiegler, Pierre Lévy, Éric Sadin).

Investigaciones sobre la teoría expuesta por Gilbert Simondon llevadas a cabo en el ámbito académico de Latinoamérica (Juan Manuel Heredia, Diego Parente, Andrés Vaccari, Pablo Rodríguez, Gonzalo Aguirre, Javier Blanco, Agustín Berti, Héctor Gustavo Giuliano, Diego Lawler, Sonia López Hanna, Jorge William Montoya Santamaría, Thiago Novaes, Darío Sandrone).

1.4. Problema de investigación

En la operación de diseño, la agencia humana y la materialidad se entretienen. La manera en que estas agencias se relacionan ha sido motivo de innumerables estudios. Uno de los modelos que ha servido para dar cuenta de tipos de relaciones entre la agencia humana y la material ha sido el hilemórfico-intencionalista², el cual se estructura a partir de dos parejas de distinciones: la distinción entre forma y materia (del modelo hilemórfico), y la de mente y cuerpo (del modelo procesual intencionalista).³

Como consecuencia de dichas distinciones, en la operación de diseño se identifica una primera instancia correspondiente al proceder intelectual (en el que se definen las formas), y una segunda instancia que comprende a la fabricación/construcción (ligada al proceso manual, físico, material). Estas dos instancias se encuentran vinculadas por un objeto: el proyecto. La operación de elaboración del proyecto puede ser reconocida como una tercera instancia que se sitúa entre las dos precedentes.

²Relación entre los dos aspectos con dos tradiciones filosóficas diferentes: la hilemórfica es antigua; la intencionalista, moderna. Ambas subsisten.

³El modelo hilemórfico no tiene un concepto de *operación*.



El modelo hilemórfico supone que el principio de individuación de una cosa se halla en aquello de lo que tiene necesidad esta operación para existir, es decir, en la materia y la forma. En la operación técnica de diseño y fabricación digital que da nacimiento a un objeto que tiene forma y materia, el dinamismo real está muy lejos de poder ser representado por la pareja forma-materia. La forma y la materia del esquema hilemórfico son una forma y una materia independientes entre sí. El objeto fabricado/construido mediante cortadoras láser o impresoras 3D, y modelizado mediante *software* basado en geometrías no euclidianas, no resulta de la reunión de una forma y de una materia abstractas. El trabajo fluye de código a máquina alejándose de la producción lineal y replicativa (en la cual el objeto resultante de la operación debe ser lo más parecido posible a su contraparte digital). Mediante la codificación y la incorporación de niveles adicionales de información material en el modelo digital, emergen propiedades físicas y estéticas, lo que permite que la instancia de fabricación/construcción resulte una parte integral del proceso de diseño no lineal basado en retroalimentación.

La operación de diseño se esquematiza⁴ en las instancias de a) la práctica del diseño, b) el proyecto y c) la fabricación/construcción. Estas instancias, entonces, se reconocen como parte de un esquema que representa acciones. En función de las distintas organizaciones posibles entre las tres es dable reconocer tres tipos de operaciones tecnológicas en el ámbito del diseño:

a) disciplinas proyectuales: el diseñador no se relaciona directamente con la materia, sino que lo hace de manera mediata, sirviéndose del proyecto. El proyecto sirve para comunicarle a otro ser humano la información necesaria para que pueda construir el objeto diseñado.

b) diseño y fabricación digital: el diseñador no se relaciona con la materia, sino que lo hace de manera mediata, utilizando la información digital para llevar a cabo este cometido. La información digital sirve para programar una máquina con el fin de que ella pueda construir el objeto diseñado. El diseñador genera datos para que distintas máquinas fabriquen/construyan su diseño; es decir que los diseñadores que dominan el diseño y la fabricación digital pueden tratar directamente con los materiales y las máquinas de fabricación/construcción, sin la necesidad de producir un proyecto para que terceros fabriquen su diseño. Se produce retroalimentación recíproca entre el trabajo con materiales y el trabajo de modelado con *software* especializado. El caso del diseño y la fabricación digital, las estrategias de la puesta en práctica de la operación de diseño no necesariamente se inscriben en la relación secuencial de las tres instancias.

c) artesanía: la relación con la materia es directa.

Al no existir, en los casos b) ni c), la necesidad de comunicar la información necesaria para fabricar/construir el objeto diseñado a otras personas, se torna difuso el límite que divide las tres instancias (práctica de diseño, proyecto y fabricación/construcción). La diferencia entre el caso b) y el c) radica en que en el primero necesariamente existe práctica de diseño, mientras que no siempre ocurre esto en el tercero.

Se reconoce en el caso b) que este tornarse difuso o desaparecer completamente de los límites entre instancias se debe a que no existe la necesidad de comunicar mediante el proyecto a otro ser humano la información surgida como consecuencia de haber realizado la práctica de diseño. Es aquí en donde se percibe que el diseño y la fabricación digital son algo distinto a una herramienta de trabajo, y que reconfiguran la operación de diseño⁵.

Entre las disciplinas proyectuales y el diseño y la fabricación digital existe una profunda diferencia en la manera de concebir la información. La información del proyecto es aquella que se fija con el fin de que no se degrade, de que permanezca inalterada hasta que los encargados de llevar a cabo la obra la reciban, interpreten y procedan con la construcción del objeto proyectado. Pero la *información* que emerge en la operación de diseño y fabricación digital difiere del concepto de "información" señalado para el proyecto. Es

⁴Una sucesión de acciones puede ser representada mediante un esquema (Samaja, 2008); de esta manera, una acción inasible deviene repetible, reproducible, manipulable.

⁵Y de esta relación puede dar cuenta, como nos proponemos demostrar en la presente tesis, la teoría sobre la operación de individuación de Simondon.

necesario plantear una diferencia en la manera en que el concepto de “información” es definido en teorías fundamentadas en paradigmas tecnológicos en función del modelo hilemórfico-intencionalista respecto de la definición que ofrece Simondon de esta. Este concepto debe ser comprendido en relación con la teoría de la individuación propuesta por este filósofo francés, la cual explica cómo acontecimientos singulares ponen en relación de comunicación fuerzas y potenciales que tienden a organizarse como sistema, y cómo esas relaciones pueden llegar a resultar *información* (la *información* no está ligada a la identidad de una materia o agente, sino a la modificación de estados).

La inaplicabilidad del esquema hilemórfico pasa, precisamente, por este punto, dado que gran parte de la práctica de diseño y fabricación digital implica una puesta en comunicación de elementos heterogéneos y de la relación de dichos elementos emergerá —en el devenir del proceso de diseño y fabricación/construcción (que serían, así, indisociables)— una *información*, esto es, un proceso de puesta en forma no hilemórfico.

Resultan insuficientes para captar las relaciones entre las instancias de práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción las explicaciones que ofrece el modelo hilemórfico-intencionalista, como así también el observar únicamente los productos acabados surgidos como consecuencia de la práctica de diseño. Es imprescindible enfocarse en la operación misma para poder estudiarla: de aquí la necesidad de analizar a la operación de individuación⁶.

En el ámbito nacional, se ha desarrollado teoría sobre la operación de diseño y sobre la operación proyectual refiriéndola a modelos ontológicos fundamentados en los principios del hilemorfismo y en teorías intencionalistas. No se han llevado a cabo, en el mismo ámbito nacional, investigaciones específicas sobre la práctica de diseño y fabricación digital, según los tres tipos de producción tecnológica señalados (que surgen como consecuencia de las relaciones entre práctica de diseño, proyecto y fabricación/construcción), desarrolladas a la luz de la teoría que da cuenta de la operación de individuación tal cual es expuesta por Simondon.

1.5. Pregunta problema

- ¿Cuál es el modelo teórico que permite explicar las razones por las cuales el proceso de puesta en forma del diseño y la fabricación digital ha llegado a reconfigurar esquemas de la operación de diseño?

1.5.1. Preguntas derivadas

- ¿En qué aspectos se percibe que las tecnologías del diseño y la fabricación digital son algo distinto de una herramienta de trabajo con capacidad para redefinir a la operación de diseño?
- ¿Por qué es posible asumir el diseño y la fabricación digital como una continuidad de la práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción, considerando estas instancias como una unidad y no como estadios independientes?
- ¿Por qué es factible pensar la operación de diseño, siendo esta misma tecnología?

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis principal

- La teoría de la operación de individuación de Gilbert Simondon permite explicar las razones por las cuales el proceso de puesta en forma del diseño y la fabricación digital ha llegado a reconfigurar esquemas de la operación de diseño.

1.6.1.1. Hipótesis derivadas

- El diseño y la fabricación digital, de ser considerados herramientas de trabajo para el diseñador, han llegado a reconfigurar esquemas de la operación de diseño.

⁶La teoría desarrollada en torno al problema de la individuación puede dar cuenta de operaciones de diseño, independientemente de las maneras que adquieren las relaciones establecidas entre práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción.

- En función del uso de la *Información*, es posible asumir el diseño y la fabricación digital como una continuidad de la práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción, considerando estas instancias como una unidad y no como estadios independientes.
- El concepto de “tecnicidad” desarrollado por Gilbert Simondon define un marco teórico desde el cual es posible asumir la operación de diseño como tecnología (es decir, que no se trata únicamente de un medio para definir las características de un objeto por construir, sino que este mismo puede ser considerado un objeto tecnológico).

1.6.2. Hipótesis de trabajo

Las operaciones de diseño a) proyectual, b) diseño y fabricación digital y c) artesanía, explicadas a la luz de modelos hilemórficos y de la teoría de la individuación presentan distintas maneras de dar cuenta de los procesos de puesta en forma. En consecuencia, es posible explicar teóricamente la operación de diseño y fabricación digital en función de modelos no hilemórficos; en función de teorías sobre el problema de la individuación de Gilbert Simondon, y no mediante el modelo hilemórfico.

Es posible reconocer una dimensión histórica en la relación práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción: el diseño y la fabricación digital primero se los incorporó a la operación de diseño como herramienta de trabajo; después, se reconoció su influencia en la reconfiguración de esquemas de la práctica de diseño, proyecto y fabricación.

Los diseñadores que se desempeñan en el tipo de producción tecnológica que se sirve del proyecto para comunicar a otro ser humano el objeto por fabricar/construir deben diferenciar entre las instancias de práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción. Los diseñadores que se desempeñan en el ámbito artesanal no deben necesariamente comunicarle a otro ser humano ni transmitirle a una máquina las especificaciones necesarias para construir un objeto, mientras que aquellos que trabajan en el ámbito del diseño y la fabricación digital organizan las instancias de práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción como una unidad dinámica no lineal en la que la información fluye de código a máquina y viceversa.

Al definir “tecnicidad” como una de las modalidades fundamentales de la relación del ser humano con el mundo, la operación misma de diseño puede ser considerada como un objeto técnico.

1.7. Objetivo general

- Explicar las reconfiguraciones que el proceso de puesta en forma no hilemórfico de la operación de diseño y fabricación digital ha producido en el esquema de la operación de diseño, en función de observar las distintas relaciones entre las instancias de a) práctica del diseño, b) proyecto y c) fabricación/construcción, a la luz de modelos hilemórficos y de la teoría de la individuación.

1.7.1. Objetivos específicos

- Catalogar, a la luz de modelos hilemórficos y de la teoría de la individuación, las relaciones históricas de las cuales ha dado cuenta la teoría de la operación de diseño, entre la práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción.
- Caracterizar las condiciones inherentes de la operación de diseño y fabricación digital, reconocida como un tipo particular de producción técnica, que hacen posible considerar las instancias de práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción como una unidad y no como estadios independientes.
- Observar la operación de diseño y fabricación digital a la luz de los términos y conceptos en que Gilbert Simondon define la tecnicidad.

1.8. Marco teórico

La presente investigación doctoral se centra en el estudio del diseño y la fabricación digital como operación de individuación, es decir, como un proceso de puesta en forma no hilemórfico-intencionalista, a la luz de la teoría de la individuación de Simondon.

El filósofo francés critica las teorías que fundamentan distintos modelos que sustancializan operaciones de adquisición de forma y supera las concepciones de estos modelos con una nueva axiomática en la cual se replantean las relaciones entre pensamiento y acción. Para llevar a cabo la tarea de proponer una teoría que relacione de una manera novedosa pensamiento y acción, Simondon debió definir una batería de conceptos⁷ que son, a su vez, interdefinibles.

Como ya se ha señalado, para poder llevar a cabo este estudio, se definirá un esquema que represente la operación de diseño, y que está organizado en tres instancias: a) práctica de diseño, b) proyecto y c) fabricación/construcción. Esta distinción entre las tres instancias responde a la necesidad de reconocer entre actividades de distinta naturaleza, las cuales permitirán analizar la relación entre el diseño y la fabricación digital por un lado y la operación de diseño por otro.



El recorte del campo de estudio, la representación de la operación de diseño mediante un esquema y la distinción entre instancias y tipos de producción tecnológica reconocibles en el diseño permiten vincular estas actividades de diseño, observadas según teorías del propio campo disciplinar, con teorías de la ontología —que dan cuenta de la operación de individuación de los objetos artificiales—, del ámbito de la filosofía de la tecnología y de los sistemas.

Entre las tres instancias del esquema se establecen distintos tipos de relaciones que adquieren particulares maneras, formas y modos, en función de los criterios teóricos adoptados como referentes cuando se problematiza la situación en términos de diseño. Como consecuencia de este orden entre instancias y de las posibilidades de relación entre ellas⁸ es posible reconocer tres tipos de producción tecnológica en diseño: 1) *la operación proyectual*, 2) *el diseño y la fabricación digital* y 3) *la artesanía*.

Dado que aquí se trata con la operación de diseño, será necesario observar teorías formuladas para dar cuenta de distintos tipos de producción tecnológica:

- 1) teorías sobre la fabricación/construcción,
- 2) teorías sobre la práctica de diseño,
- 3) teorías del proyecto y
- 4) teorías de la técnica.

Aquí se asumirá el esquema de la operación de diseño —compuesta por las tres instancias antes señaladas y como operación tecnológica en la que se trata con el problema de la materialidad y de la finalidad de la misma operación— como *sistema de acción*; esto es: "Sistemas que se componen de acciones concretas de una o varias [heterogeneidades] y que se delimitan con respecto a un ambiente por medio de relaciones de sentido entre esas acciones" (Luhmann, 1983, p. 10).

Acción, en el contexto específico de la operación de diseño, ha de entenderse en el sentido etimológico del término, es decir, como *acto*⁹. Por *operación* se entenderá una organización sistémica de heterogeneidades para la acción y el efecto de realizar un trabajo, orientada hacia el cumplimiento de un fin,

⁷Entre los términos y conceptos definidos por este filósofo francés se encuentran "información", "transducción" y "concretización", que serán de fundamental importancia en la presente tesis.

⁸Posibilidades de relación que la finalidad de la misma operación de diseño autoriza a realizar.

⁹*Acto*, viene del latín *actus*, en donde *-us* es sustantivo de efecto verbal derivado del verbo *agere* ("llevar a cabo", "mover adelante").

que mantiene su identidad en medios cambiantes, en la cual dichas heterogeneidades, que establecen relaciones entre sí, no pueden ser separadas sin modificar o destruir el sistema.

Existe una gran cantidad de definiciones sobre la operación de diseño. Estas definiciones pueden organizarse, entre otras tantas maneras, en función de la relación que se establece entre la etapa de elaboración de práctica del diseño, la etapa de la definición del proyecto y la etapa de la obra de construcción o fabricación. Alfonso Corona Martínez, en *Ensayo sobre el proyecto* (1998), ofrece una definición de “proyecto de arquitectura” en la cual es clara la distinción entre el proyecto materializado mediante dibujos en el papel y los productos resultantes en su realidad física tridimensional. Se percibe la independencia del proyecto respecto de la construcción; es decir, el arquitecto o diseñador no opera de manera directa sobre la materia misma, sino que lo hace de forma mediatizada por el proyecto, que es elaborado previamente a la fabricación/construcción. El proyecto es, en los términos en que este autor lo fundamenta, un objeto que sirve para crear otro objeto. El primero de estos, el proyecto, consiste en documentación técnica (planos, maquetas, etc.); el segundo es la obra.

En la artesanía, definida como tipo de producción tecnológica, el artesano trabaja con objetos cuyas partes son definidas formalmente, y ajustadas en sus relaciones, en el transcurso mismo de la operación de ideación/construcción. “El acto de reparación —señala Simondon— recupera las actitudes y procedimientos del acto de producción” (2017, p. 69). Es posible que tanto el artesano como las máquinas utilizadas en diseño y fabricación digital lleguen a resultados semejantes; pero las operaciones para alcanzar esos resultados son totalmente distintas.

La tecnología, por su parte, puede ser definida como el discurso sobre la técnica, o como la técnica que ha incorporado saberes de la ciencia distinguiéndola, de esta manera, de los saberes artesanales. Se trata, esta última definición, de la técnica entendida como resultado o consecuencia de la aplicación de los saberes de la ciencia a un hacer práctico, en el cual la racionalidad está sometida a una utilidad.

Por *fabricación* se entiende el conjunto de los procesos de ensamblaje y elaboración de un producto en función de sus componentes. Por *construcción*, el arte de hacer un objeto en función de algún plan predeterminado.

Se definirá a la *práctica de diseño* como las operaciones llevadas a cabo (consistentes en dibujar con distintos medios, construir maquetas, modelizar, etc.) para definir las formas de los objetos. Por otra parte, por *proyecto* se entenderá a un objeto que sirve para crear otro objeto; el primero de estos objetos es, justamente, el proyecto (conformado por la documentación técnica: planos, planos ejecutivos, maquetas, etc.) y el segundo, la obra. En consecuencia, se definirá como *operación proyectual* al conjunto de las operaciones llevadas a cabo con el fin de definir el proyecto, mientras que se hará referencia a la *fabricación/construcción* para dar cuenta del proceso de elaboración de un producto en función de sus componentes, como así también al arte de hacer un objeto a partir de algún plan predeterminado.

Por *individualidad* se entiende aquello que sitúa a una cosa aparte del resto. El *individuo* posee carácter de unicidad en virtud de los rasgos otorgados por la individualidad. El concepto de *individuación* puede ser entendido o contemplado desde dos puntos de vista: como un proceso por el cual el individuo llega a constituirse como tal, o como el conjunto de los rasgos que distinguen a la cosa. Los problemas y las cuestiones que surgen del estudio de la individuación son agrupados bajo la denominación del problema de la individuación. La definición de *individuación* ofrecida por Simondon difiere de la aquí señalada: refiere a la *operación de individuación* y no al individuo; de esta manera, para llegar a conocer al individuo, el autor propone conocer su proceso de individuación y no al revés. Simondon ofrece una teoría de la individuación en la cual los problemas de incompatibilidad de las heterogeneidades relacionadas en la operación de diseño y fabricación digital encontrarán posibilidades de solución porque la misma incompatibilidad entre ellas es el motor organizador de un sistema que los compatibiliza.

Para estudiar aquello que Simondon entiende por *operación de individuación* se considerará, en principio, su tesis doctoral, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*; su tesis complementaria, *El modo de existencia de los objetos técnicos*¹⁰ y sus escritos *Imaginación e invención*¹¹, *Dos lecciones sobre el animal y el hombre*¹², *Comunicación e información*¹³, *Curso sobre la percepción*¹⁴ y *Sobre la técnica*¹⁵. Toda esta producción teórica se presenta para brindar una alternativa epistemológica superadora de la concepción hilemórfica de la operación de diseño y fabricación digital¹⁶.

¹⁰Simondon, Gilbert. (2008) *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Buenos Aires: Prometeo.

¹¹Simondon, Gilbert. (2008) *Imaginación e invención*. Buenos Aires: Cactus.

¹²Simondon, Gilbert (2004) *Dos lecciones sobre el animal y el hombre*. Buenos Aires: La Cebra.

¹³Simondon, Gilbert (2016) *Comunicación e información*. Buenos Aires: Cactus.

¹⁴Simondon, Gilbert. (2006) *Curso sobre la percepción*. Buenos Aires: Cactus.

¹⁵Simondon, Gilbert (2017) *Sobre la técnica*. Buenos Aires: Cactus.

¹⁶Es necesario notar que los objetos que Simondon estudia son artefactos diseñados estrictamente para satisfacer funciones que exigen un rendimiento estable y fiable durante largos períodos de tiempo (tales como turbinas, motores, componentes electrónicos). En este contexto señala analogías, en términos de *performance*, entre el funcionamiento

La incorporación de las tecnologías digitales en el ámbito del diseño tiene una dimensión histórica. Las relaciones entre las tecnologías digitales y el diseño fueron inicialmente circunscriptas al ámbito del dibujo y la representación para involucrarse, más tarde, con aspectos programáticos del proceso de diseño y fabricación mediante el diseño basado en algoritmos. Ha sido el diseño con medios digitales orientados a la construcción (*file-to-factory*) el fundamento del diseño y la fabricación digital. Los primeros sistemas CAD simplemente consistían en reproducir las condiciones convencionales de dibujo en la práctica de diseño, y la computadora actuaba como reemplazo de elementos usualmente vinculados al tablero de dibujo, como goma, lápiz, escuadras, reglas y papel. Los dibujos impresos eran presentados ante la persona encargada de la fabricación del objeto en cuestión. Desde el final de los años 80 hasta la actualidad, se han desarrollado distintos tipos de *software* cuyo rasgo común es que permiten la manipulación de rutinas de procesos de diseño mediante algoritmos. En efecto, el uso de algoritmos permite establecer relaciones de interdefinibilidad (García, 2013) entre entidades y operaciones cuando se diseña y fabrica objetos. Un algoritmo es un conjunto de instrucciones o reglas definidas, ordenadas y finitas que posibilita llevar a cabo una actividad mediante pasos sucesivos. La diferencia fundamental entre los dibujos hechos a mano (o los realizados con los primeros CAD) y aquellos definidos por parámetros vinculados a algoritmos radica en que estos últimos, a diferencia de los primeros, son portadores de datos susceptibles de ser tratados como información¹⁷ por el diseñador: la información puede ser creada, copiada, adaptada y manejada durante el proceso de diseño.

Se denomina en forma genérica *diseño y fabricación digital* al sistema integrado de *software* y *hardware* basado en el uso de computadoras, que permite la simulación, la modificación y el análisis de propiedades físicas y geométricas, de formas y volúmenes, a partir de la visualización en tres dimensiones, mediante el uso de herramientas informáticas diversas, con capacidad para intervenir directamente en la conformación de la cultura material, definiendo el diseño de objetos y los procesos de fabricación en forma simultánea, en el ámbito del paradigma tecnológico organizado en torno a las tecnologías de la información¹⁸.

La tarea que aquí se propone, entonces, es la de referir la operación de diseño y fabricación digital a la teoría de la operación de individuación expuesta por Simondon.

1.9. Metodología

Sheila Pontis¹⁹ (2009) sugiere un enfoque para hacer posible una metodología de la investigación que permita construir conocimiento en el ámbito del diseño. Esta perspectiva distingue tres tipos de actividades en la investigación: la primera de ellas está orientada a la búsqueda de información relevante fuera del ámbito del diseño y que sirva a este. Se trata de "rescatar" aquello del mundo que se considere útil a los fines de la investigación llevada a cabo en el ámbito del diseño.

El segundo tipo de actividades de la investigación en diseño se sitúa en una zona difusa comprendida entre el ámbito de la teoría y la práctica en diseño. Se trata de proceder a teorías que requieren de teoría que debe ser corroborada con prácticas y de prácticas que producen teoría.

Por último, el tercer tipo de actividades refiere a todas aquellas que son llevadas a cabo en el ámbito específico del diseño, en el que los objetos producidos y los procesos para obtenerlos permiten construir conocimiento en el ámbito del diseño.

Se organiza la labor de investigación en tres enfoques, según el orden propuesto por Pontis (2009, pp. 2-3):

óptimo de estos artefactos y de algunos animales. Estos artefactos que Simondon estudia pueden ser caracterizados en función de la convergencia de óptimos apreciables en términos de rendimiento. Pero el diseño al cual aquí nos referimos es el de objetos cuyas principales características no necesariamente son cuantificables en los mismos términos en que Simondon lo hace para los artefactos técnicos que él considera en su estudio.

¹⁷Para Simondon la información informa y es informada al mismo tiempo, demanda un *medio transductivo* y una relación *allagmática* con el *milieu*. No existe una relación unívoca entre información y *neguentropía*, porque la misma cantidad de información transmitida depende de una relación singular entre la cantidad de información y la energía en un sistema determinado, y de la distribución asimétrica de potenciales en el interior de un *sistema metaestable*.

¹⁸El concepto de *diseño y fabricación digital* no debe ser considerado con carácter monosémico, como así también las múltiples combinaciones de sistemas informáticos, tanto en el proyecto como en la fabricación, varían considerablemente de un caso a otro. Ver Anexo IV.

¹⁹Pontis, Sheila, Buenos Aires, Argentina, Diseño Gráfico (UBA, FADU). Posgrado en Técnicas Editoriales y Maestría en Estudios Avanzados (diploma DEA / MPhil) en Diseño de la Información, Universidad de Barcelona. Doctora en la London College of Communication, University of the Arts London. Miembro de la Academia de Educación Superior (FHEA) en el Reino Unido. Ejerce la educación en diseño en EEUU en universidades en donde no se dictan carreras de diseño, como Princeton University, Rutgers University y Parsons School of Design. Actualmente, especialista profesional y conferencista en la Universidad de Princeton, y socio de Sense Information Design LLC con Michael Babwahsingh.

1) Investigación para el diseño (*research into design*): [...] enfoque puramente teórico-literario, donde toda la información es extraída de fuentes bibliográficas (libros, artículos, publicaciones) y contrastada entre los diferentes autores. [...] Dentro de este grupo pueden incluirse investigaciones [...] sobre diversas teorías del diseño.

2) Investigaciones a través del diseño (*research through design*): [...] podría definirse como una metodología mixta, que combina investigación teórica con acciones prácticas, constituyendo un ciclo de prueba-error.

3) Investigación por el diseño (*research for design*): [...] involucra la resolución de prototipos finales que aporten nuevos conocimientos a la disciplina. Es decir, los conocimientos adquiridos son presentados de forma visual además de escrita.

El enfoque propuesto por Pontis resulta adecuado para llevar a cabo la presente investigación, porque nos serviremos de teorías de la ontología (del ámbito de la filosofía, es decir que se tratará de una investigación *para* el diseño), porque deberán tratarse teorías del ámbito del diseño (que se fundamentan en saberes de otras disciplinas, pero que se llevan a cabo en el ámbito del diseño, es decir que se trata de saberes disciplinares que circulan *a través* del diseño) y porque se producirá teoría *por* el mismo diseño.

En el apartado "Anclaje de la investigación", se exponen las razones por las cuales se trabajará con la matriz de datos cuatripartita presentada por Juan Samaja (2008), quien señala que el principal fin de toda investigación científica es que el objeto de estudio sea inteligible, y para ello debe ser posible identificar sus elementos y caracterizarlos; pero también se debe poder reelaborar ese objeto en función de alguna teoría.

La operación de diseño ha sido esquematizada como secuencia de acciones estructuradas en tres instancias que sirven como *patrón* o *forma* para dar cuenta de esas acciones. Y ha sido hecha de esta manera la división en tres instancias porque cada una de ellas agrupa y organiza series de actividades reconocibles e identificables por quienes se desempeñan en el ámbito del diseño. Para que una sucesión de acciones pueda ser representada, es necesario que estas mismas acciones se encuentren estructuradas (son repetibles, reproducibles). "La acción —señala Ynoub— se torna potencial engendradora de intelección si está organizada como 'esquema'" (2015, p. 29). Es decir que el esquema es un plan de acción y es, al mismo tiempo, acción.

Debe considerarse, por último, que a partir de reconocer que la observación de quien investiga no es neutra, sino activa, se conciben los modelos utilizados en la presente investigación como parte de la implicación subjetiva del investigador en el proceso de construcción de objetividad.

1.10. Anclaje de la investigación

La presente investigación es de carácter metateórico. Trata acerca de las consecuencias de relacionar las teorías de la operación de individuación de Simondon con la operación de diseño y fabricación digital.

Juan Samaja (2008) señala que el principal objetivo de toda investigación científica es que el objeto de estudio sea inteligible, y para ello debe ser posible identificar los elementos del objeto de investigación y caracterizarlo; pero también se debe poder reelaborar ese objeto en función de alguna teoría. Organizados en una matriz de datos²⁰ todos estos elementos (reconocibles como conceptos, procedimientos, definiciones e intenciones), es viable definir el lugar específico de la presente investigación en el contexto amplio del diseño. Entonces, resulta necesario introducir distintos criterios que se han seguido a nivel metodológico. Aquí se hará referencia a los procedimientos generales que están involucrados en el proceso de la ciencia, expuestos por Samaja por las siguientes razones:

1. Reconoce la existencia de una operación transductiva en el tránsito entre los hechos y las ideas.
2. Otorga un espacio al *indicador* dentro de la matriz de datos, reconociéndolo como el resultado de la dimensión (considerada como observable) más el procedimiento (que permite ejecutar la operación).
3. Supera la distinción entre colectivo e individuo, en la determinación de las variables: a) con la noción de *sistema* (con su dialéctica interna de sistema/suprasistema/subsistema), b) determinando tipologías de variables: absolutas, relacionales, contextuales y c) estableciendo una tipología de indicadores: analíticos, estructurales, globales.
4. Orienta la búsqueda epistemológica hacia el problema de la praxis humana, en el proceso de formación de lo racional vital y lo racional social, como fundamento de lo racional científico.

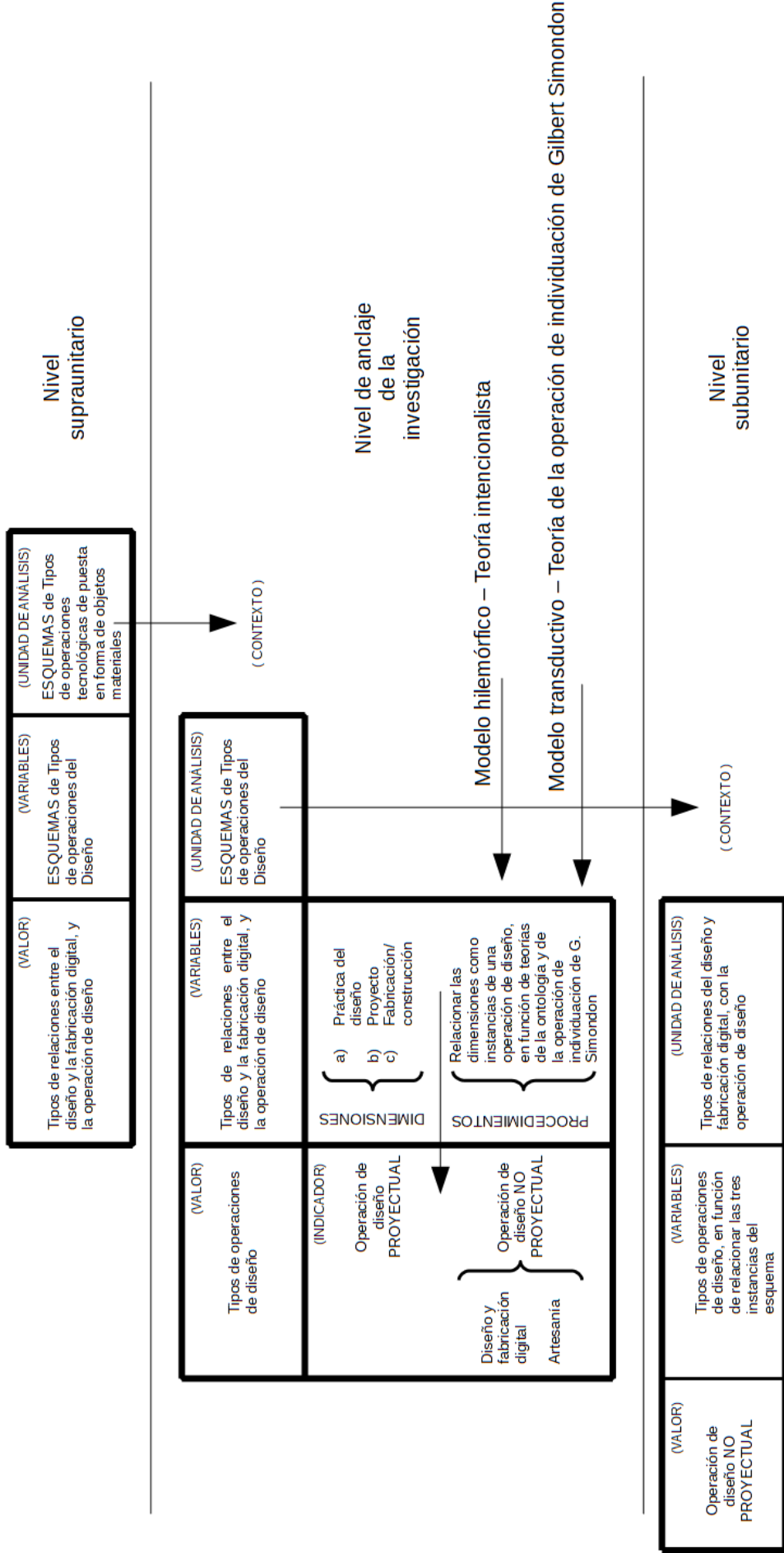
Siguiendo la propuesta del mismo Samaja (2008: p. 153), se organizarán los datos de la presente investigación en función de una estructura cuatripartita, es decir, que tiene cuatro componentes (y no tres, como lo propone Galtung):

²⁰Se trata de buscar claves conceptuales para la composición del problema y situarlo en el nivel de anclaje (ref. Juan Samaja), es decir, el lugar de las relaciones y sus significados (Giordano, 2018, p. 188).

- 1.unidad de análisis (UA),
- 2.variables (V),
- 3.valores (R) y
- 4.indicadores (I).

La matriz de datos no debe entenderse en términos de prescripción metodológica, ni debe ser identificada con una serie de recipientes en los cuales se vuelcan descripciones de la realidad; para su comprensión, debe partirse del reconocimiento de que “cualquiera sea la porción del universo que se describa, el discurso de esa descripción posee una estructura lógica” (Samaja, 1994, p. 454). Una unidad de análisis es un “universo de eventos (= hechos) [...] y que, en consecuencia, da lugar a diversos archivos [...]. Pero cada archivo es una matriz de datos” (Samaja, 1994, p. 457). Las distintas unidades de análisis pertenecen a niveles de integración diferentes. La matriz de datos estará compuesta, entonces, por la UA, V y R; pero además, por I.²¹

²¹Los fundamentos teóricos de esta organización de la matriz de datos se encuentran expuestos en Samaja, Juan (2008) *Epistemología y metodología*.



El diseño y la fabricación digital exigen, de manera análoga a los términos en que la metodología de la investigación es planteada por Samaja (2008), una comprensión de la operación (es decir, del “cómo se hace”). El ejercicio mismo de la operación de diseño y fabricación digital es parte integrante de las operaciones llevadas a cabo para su comprensión; es decir que esta operación de diseño es comprensible cuando se la practica, dado que exige repensarse a sí misma en cada caso particular.

1.11. Actividades

Investigación para el diseño

- Organización sistémica de teorías de la ontología que sirvan para dar cuenta de procesos de individuación.

- Descripción de la teoría sobre la individuación formulada por Gilbert Simondon y su relación con la noción de transducción. Se definirán los conceptos usados por Simondon que le han permitido afirmar que el individuo no es algo dado al plantear la diferencia entre individuo y sustancia, y presentar una nueva axiomática para las ciencias humanas en la cual, en la operación transductiva, convergen los conceptos (iterdefinibles) de *forma*, *información* y *potenciales*, y en donde las relaciones tienen estatus de ser.

- Organización sistémica de teorías consecuentes a la mencionada, formuladas por quienes han seguido los principios expuestos por Simondon.

Fuentes:

- Manuales de filosofía y textos específicos de ontología que traten sobre el problema de la individuación.

- Obra teórica del filósofo Gilbert Simondon.

- Obra teórica de filósofos y teóricos de la tecnología que ha sido influida por el pensamiento de Gilbert Simondon.

- Definición de conceptos básicos de la ontología y de la teoría de la individuación.

- Organización sistémica de conceptos fundamentales de la ontología.

- Organización de teorías desarrolladas en el área de la filosofía de la técnica.

- Clasificación analítica de distintos tipos o maneras de producción tecnológica.

- En función del esquema de la operación de diseño, se definirán los tipos de producción tecnológica utilizados en el diseño de mobiliario para espacios interiores.

Investigaciones a través del diseño

- Caracterización del diseño y la fabricación de equipamiento y mobiliario para espacios interiores.

- Organización sistémica de las teorías del ámbito nacional o extranjeras que hayan influido en teorizaciones formuladas en Argentina, que den cuenta de la relación entre el proyecto, el diseño, la fabricación y la construcción de objetos.

- Catalogación de concepciones ontológicas (que sirvan para dar cuenta de procesos de generación y creación de objetos), sostenidas por los actores y agentes que participan en el proceso de diseño y construcción de mobiliario.

Fuentes:

- Manuales de historia, *papers*, resúmenes de ponencias en congresos, páginas web y revistas especializadas.

- Manuales de diseño orientados a la construcción de objetos en general y específicamente de equipamiento y mobiliario, *papers*, resúmenes de ponencias en congresos, páginas web y revistas especializadas.

Investigación por el diseño

- Observación de procesos de diseño y construcción de objetos en el ámbito del diseño de interiores y mobiliario para describir el rol de los actores y de los objetos técnicos en ellos implicados.

- Análisis de las relaciones que se establecen entre *software* para diseño de objetos y los sistemas de impresión, corte, curvado y plegado en 3D.

Fuentes:

- Relevamiento de casos. En palabras de Romano: "Se recurre a una investigación cualitativa en tanto la observación, centrada en las acciones de los actores intervinientes, no es —en esencia— cuantificable, más allá de que pudiera incluir algún dato que requiera ser valorado para iluminar alguna de sus perspectivas" (2015, p. 37).

- Talleres y *workshops* sobre diseño y construcción de objetos en el ámbito del diseño y la fabricación digital.

2. Capítulo 2. Investigación *para el diseño*

Sheila Pontis caracteriza la investigación para el diseño (*research into design*) como "el enfoque puramente teórico-literario, en el cual toda la información es extraída de fuentes bibliográficas (libros, artículos, publicaciones) y contrastada entre los diferentes autores" (2009, pp. 2-3). Dentro de este grupo pueden incluirse investigaciones sobre diversos enfoques —principalmente provenientes de la filosofía, la antropología o la sociología— que hayan servido de fundamento a teorías del "diseño".

2.1. Introducción

Es posible abordar el estudio del diseño en dos sentidos: focalizándose en el proceso u operación, o bien en el producto. Aquí se lo estudiará en el primero de estos sentidos, es decir, contemplando la actividad de diseñar, la de proyectar y la de fabricar/construir estos objetos.

La operación de diseño emerge como tal solo en la medida en que un diseñador piensa algún problema en esos términos. El diseño es un orden emergente: es el resultado de la continua intersección entre acciones llevadas a cabo por quienes diseñan, por un lado, y estructuras y expectativas proyectuales que busquen estabilizarse, por otro. El resultado de la conformación de la operación de diseño como sistema no viene predefinido a esta intersección, sino que deriva de la operación de esta relación:

Aquí [*emergencia*] tiene un significado estrictamente empírico, que designa las propiedades generales de los sistemas complejos de fenómenos, que son, en sus valores concretos, empíricamente identificables, y que cabe mostrar por análisis comparativo, que varían, en estos valores concretos, independientemente de los demás [...]. No hay misticismo alguno en este concepto de emergencia. Es simplemente una designación de ciertos rasgos observables. (Parsons).

Se presenta esquemáticamente a la operación de diseño constituida por tres instancias: a) *práctica de diseño*, b) *proyecto* y c) *fabricación/construcción*. Como se señala en el apartado "Marco teórico", aquí se hará referencia en primera instancia a la operación de diseño entendida como sistema de acción, esto es: "Sistemas que se componen de acciones concretas de una o varias [heterogeneidades] y que se delimitan con respecto a un ambiente por medio de relaciones de sentido entre esas acciones" (Luhmann, 1983, p. 10).

La teoría que sirve de fundamento a la operación de diseño influye en el modo de *captar*²² los problemas, en cómo llevar a cabo esa misma operación y en la manera en que se obtienen soluciones en términos de diseño; es decir, definen el modo de "configurar la experiencia que se observa, se experimenta o se interpreta" (Ynoub, 2015, p. 35). El término griego *θεωρία* (*teoría*) significa "mirar" u "observar"²³, y es así como se lo utilizará en el presente trabajo. Rolando García (2013) cita a Russell Hanson²⁴ para señalar la relación entre la experiencia y la teoría: "Toda experiencia está cargada de teoría". Y continúa:

Hay un número infinitamente grande de ver constelaciones de líneas, formas, manchas. Por qué una configuración visual puede ser vista diferentemente es cuestión de la psicología; pero que pueda verse diferentemente es una cuestión importante en cualquier análisis de los conceptos de ver y observar (Hanson, en García, 2013, p. 41).

La operación de diseño puede ser estudiada a la luz de teorías de la ontología y de la teoría de los sistemas porque se la concibe como relaciones entre heterogeneidades organizadas hacia el cumplimiento de un fin²⁵, consistente en definir formalmente un objeto para llegar a construirlo. Si bien el concepto de *fin*²⁶

²²El concepto *captar* es entendido como el acto de establecer una relación con aquello que es percibido. De aquí la importancia de describir y analizar teorías consideradas significativas respecto de los objetivos propuestos en la presente tesis.

²³Es lo que hacía un espectador cuando asistía a festivales y juegos píticos. Mientras que *θεωρός* (*theorós*) era el observador o embajador que las ciudades Estado enviaban a los juegos o a consultar el oráculo. Señala Ferrater Mora que "cuando el mirar, el ver u observar se entendían 'mentalmente', el verbo *θεωρέω* significaba 'considerar' o 'contemplar'" (1994, p. 3475).

²⁴Hanson, Norwood Russell (1924-1967). Filósofo de la ciencia estadounidense.

²⁵Los fines se presentan, al ser parte de la problematización de una situación cualquiera en términos de diseño, como tensiones en la estructura teleológica de un sistema. Son representaciones subjetivas de efectos futuros que inciden en la práctica de diseño.

en pos del entendimiento de una operación orientada a la obtención de resultados puede aplicarse a muchos tipos distintos de sistemas, aquí nos limitaremos al caso especial de la operación de diseño.

El modelo teórico dominante utilizado para dar cuenta de la operación de diseño ha sido el hilemórfico, el cual fundamenta esta operación según una ontología binaria (materia, forma), organizada en instancias (proyecto, construcción), en función de teorías intencionalistas. Estas teorías afirman que el singular modo de estar en el mundo de un objeto queda determinado por la intencionalidad de un sujeto que es el autor de la aproximación de tales estados. La responsabilidad de la toma de decisiones y el conocimiento del proyecto, entonces, se sitúan en la intención (i.e. intencionalismo) del diseñador²⁷. En consecuencia, sucede que si mediante un proceso de reducción se retrotrae la acción del diseñador cuando proyecta hacia su conciencia o libertad, la posibilidad de definir la operación de diseño deviene oscura.

En el presente capítulo se adopta en primera instancia, en investigación *para* el diseño, el enfoque de la *teoría de los sistemas* y el de la ontología que da cuenta de *la operación de individuación*, referidos (como se explica en el apartado "Metodología") a un esquema de la operación de diseño²⁸. Si para comprender el proyecto se parte de la operación, en lugar de los elementos observados según un esquema que busque dar cuenta del objeto que es producido por esa misma operación, cobra relevancia la figura del diseñador como observador, lo que lleva a incluirlo dentro del sistema como una heterogeneidad más, susceptible de ser analizada de la misma manera que el resto de heterogeneidades. Así pues, el problema desplaza su foco de atención desde el objeto hacia la mirada de quien observa. Y aquel que observa, a su vez, se sirve de esa observación de manera recursiva para intervenir en la operación de diseño (de la cual forma parte). Se produce un desplazamiento desde la ontología hacia la epistemología, porque el diseñador pasa a ser parte del objeto que él mismo está estudiando, es decir, de la operación de diseño entendida como sistema²⁹.

Ese desplazamiento de la ontología a la epistemología³⁰ es contemporáneo al establecimiento de referencias por parte del diseñador, entre situaciones presentes y fines, y vincula su actuar presente con alguna referencia ubicada en un futuro deseado. Solo como representación subjetiva pueden los fines ser desplazados desde el futuro hasta el presente de la acción en la operación.

Pero los fines en una misma operación pueden ser elegidos por distintos sujetos. En consecuencia, ya no existe garantía de que todos aquellos implicados actúen dentro de marcos comunes. Emerge, de esta manera, una dimensión nueva, consistente en la organización de acciones y actividades orientadas a entender la racionalidad: ahora, la racionalidad será entendida como sistema de actividades conducentes a reducir complejidad³¹. Se transforma el concepto de lo racional de una simple racionalidad de acción, teleológicamente orientada, a otra más compleja racionalidad sistémica, cuyo sentido resultará de la referencia al problema de la complejidad.

Así pues, la complejidad de la operación de diseño está relacionada con la imposibilidad de considerar aspectos particulares de un fenómeno, proceso o situación, desde un solo punto de vista. Es en este sentido que aquí se habla de una realidad compleja de la operación de diseño. García Rolando entiende que "un sistema complejo es una representación de un recorte de [...] realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema) en la cual los elementos no son separables y, por lo tanto, no pueden ser estudiados aisladamente" (2013, p. 21).

²⁶La operación de diseño persigue fines; y la definición de los fines contribuye a transformar en un problema (que es encomendado a procesos decisorios del mismo sistema) lo que en el ambiente externo se presenta como una diversidad de valores para los diseñadores implicados en la operación del diseño. El establecimiento de fines permite tratar, en el interior de la operación de diseño, la problemática de las relaciones con el entorno. La problematización de los fines en términos de diseño es una esquematización sistémica del entorno que sirve para reducir su complejidad: es una estrategia sistémica en los términos descriptos por Luhmann.

²⁷El modelo hilemórfico sostiene que la referencia al cumplimiento de determinados fines es la razón por la cual se considera que la operación de diseño es finita, es decir, que tiene conclusión. Dado que es una operación orientada al cumplimiento de determinados fines, su utilidad es interpretada en términos de racionalidad teleológica, al reconocerse la utilidad de esta particular operación en el cumplimiento de esos objetivos.

²⁸En contraste con la postura del sistema fin-medios, aquí afirmamos que el futuro de la operación de diseño no se encuentra establecido de manera definitiva por fines previamente dados, sino que está orientado tropísticamente y abierto a la crítica redefinición de los fines durante el transcurso de la operación. Tropismo (del griego τροπή *tropé*: giro, vuelta, fuga, punto de retorno) es un fenómeno biológico que da cuenta de la dirección del crecimiento de un organismo, usualmente un vegetal que reacciona a un estímulo medioambiental.

²⁹Además, reconocer que la observación es llevada a cabo por el diseñador implica adjudicarle a él la realización de las distinciones en el entorno. Y es esa distinción (que es el resultado de una construcción) lo que define una forma en la cual se reconoce un interior y un exterior del sistema.

³⁰La epistemología invita a reflexionar, de manera permanente, sobre lo que se hace durante la operación misma de diseño y fabricación digital. Es esta reflexión crítica lo que impide que la operación devenga en un mero instrumento de reproducción.

³¹Niklas Luhmann señala al respecto: ya no puede entenderse a la racionalidad como despliegue inteligente y como observancia de un sentido previamente dado. Es, por encima de todo, reducción de complejidad" (1983, p. 16).

Orientada teleológicamente como un sistema en el que los medios devienen tales cuando se los organiza para la obtención de un fin, y al ser la representación de ese fin una actividad subjetiva, integrada esta operación por varios sujetos y conformada por la relación de múltiples heterogeneidades (entre las cuales el diseñador es una heterogeneidad más), la operación de diseño no se le presenta organizada de esta manera al diseñador. El sistema, como tal, no está definido, pero puede ser determinado adecuadamente en el transcurso de la misma operación, en cada circunstancia particular, en función de las preguntas y cuestiones a las cuales deba darle respuesta el diseñador. Se trata de una afirmación sobre la práctica de diseño estrictamente epistemológica, con obvias consecuencias metodológicas. Y es epistemológica porque analiza las relaciones entre los sujetos implicados en la operación y la delimitación del campo empírico³².

El pensamiento teleológico y el modelo hilemórfico se encuentran vinculados en la operación de diseño. El modelo hilemórfico da cuenta de materia que es formada de manera intencionalista por el diseñador/autor con el objeto de alcanzar determinados fines. De manera coherente con esta postura, se interpreta la utilidad de la operación de diseño en términos de racionalidad teleológica, al reconocerse la utilidad de esta particular operación en el cumplimiento de esos fines.

Aquella es la razón por la cual, en el presente capítulo, hemos de dirigir nuestra atención en primera instancia hacia este tipo de teorías de sistemas de acción, en los cuales el fin y la orientación teleológica organizan la práctica de diseño; por ello, en el presente capítulo se estudiarán, analizarán y relacionarán con la operación de diseño, y con el diseño y la fabricación digital, dos tipos de teorías: a) aquellas que sirvan para comprender sistemas de acción teleológicamente³³orientados, que utilicen el modelo hilemórfico para dar cuenta de la operación, y que estén justificadas en los términos sostenidos por teorías intencionalistas; y b) aquellas provenientes de la ontología, que den cuenta del problema de la individuación.

Las siguientes reflexiones buscan esclarecer las transformaciones de la relación entre la operación de diseño y distintas definiciones teóricas. Se le prestará atención a aquellas transformaciones que se producen cuando se pasa de concebir la operación de diseño en términos de un marco referencial sustentado en la acción, fundamentada en una lógica de medios/fines, basada en una ontología binaria de forma y materia según el modelo hilemórfico, a otro no hilemórfico, sustentado en el concepto de operación organizada sistemáticamente, en la que la información adquiere un rol preponderante como un producto emergente de la interacción entre los diseñadores y el sistema observado.

2.2. Concepción sistémica de la operación de diseño

Niklas Luhmann inicia el desarrollo de su teoría de sistemas centrándose en la dilucidación de la contraposición existente entre los conceptos de *acción* y de *sistema*; y lo hace a partir de reconocer la disparidad existente entre sistema y entorno (Nafarrate, 2002), es decir, a partir de una diferencia generada por una forma (y no de una unidad, de una categoría del ser o de una cosmología). La línea que define la forma es una línea que demarca una frontera (señala Spencer Brown). Esta teoría puede ser referida a la operación de diseño, entendida como sistema, caracterizándola como una forma en la que se reconocen dos lados: interior y exterior³⁴. En función de referir la operación de diseño a este tipo de forma, el sistema mantiene una diferencia en relación con el entorno durante la operación, disponiendo de autoobservación.

Cuando a la operación de diseño se le refiere a un modelo que enfatiza el intercambio con el entorno (intercambio de materiales, de información, de acciones), se la está considerando en términos de sistema abierto, es decir, con capacidad suficiente como para interpretar el mundo, y para reaccionar de manera consecuente con esas interpretaciones. Que un sistema sea abierto implica que puede realizar transacciones con el entorno que existe como individualidad constituida, discernible respecto de todo aquello que no es el propio sistema. Para saber qué operaciones pertenecen al sistema, y cuáles no, es necesario que el mismo sistema pueda observarse a sí mismo, observar el entorno y distinguir. El diseñador observador, entonces, participa (como una heterogeneidad más) de la operación de diseño que observa.

El concepto de *re-entry* (Spencer Brown), reentrada de la forma en la forma, es consecuencia de la distinción que se hace de la forma. El reingreso de la distinción en lo distinguido (Luhmann en Nafarrate, 2002) puede ser interpretado por el diseñador. Esta interpretación realizada por un observador —en nuestro caso, el diseñador— y las acciones consecuentes a tomar en el sistema, en función de esas interpretaciones, llevan a definir los conceptos de *clausura operativa* y *acople estructural*³⁵. El primer concepto, el de *clausura operativa*, es aplicable a los sistemas abiertos, y toma como referencia el hecho de que los sistemas no son

³²Es decir, de aquellos datos de la experiencia que serán privilegiados o tenidos en consideración especial por la práctica de diseño.

³³*Teleología* es un neologismo (del griego *τέλος*, fin, y *λογία*, “discurso”, “tratado” o “ciencia”) acuñado por el filósofo alemán Christian von Wolff (1679-1754).

³⁴La operación de diseño misma es una forma, por consiguiente, una distinción, una separación, una diferencia.

³⁵Maturana, Varela (2004).

simplemente una unidad, sino una diferencia; y es la principal consecuencia de esta concepción el hecho de que en el interior de los sistemas se llevan a cabo operaciones cuyos vínculos con el entorno están sometidos a selección mediante un acoplamiento estructural, es decir, no son indiscriminados. Esta selección responde a los intereses del propio sistema.

Clausura operativa no es cerramiento o aislación, sino que consiste en el establecimiento (llevado a cabo por el mismo diseñador desde el interior del sistema) de vínculos selectivos con el entorno. La consecuencia de la clausura operativa aplicada a la operación de diseño es que esta depende en gran medida de su propia organización para llevar a cabo su cometido; y esto es posible porque el sistema resulta estratégicamente compatible con el entorno. Mediante procesos de selección mediados por sentido, la operación de diseño puede reducir la complejidad ambiental en su interior, es decir, conservarse a sí misma por más de que no llegue a aprehender completamente el ambiente ni a dominarlo por completo³⁶. De esta manera, se opera una distinción determinando un umbral que separa dos partes, imposibilitando el paso de una parte a la otra sin atravesar ese umbral.

El concepto de *acoplamiento estructural* distingue entre la conservación del sistema (autopoiesis) y el acoplamiento o vínculo con aspectos relevantes del entorno. El diseñador, cuando diseña, decide cuál es la línea que sirve para definir el entorno del sistema y elige aquello que sirve o no a la operación de diseño: se trata de un actuar para reducir la complejidad del entorno mediante la selección de heterogeneidades relevantes a los fines de la operación de diseño. Esa selección de heterogeneidades que el diseñador realiza crea condiciones para que exista la posibilidad de que el sistema pueda emprender alguna acción.

Los programas, en la concepción sistémica que propone Luhmann, fijan las condiciones que deben darse para que una determinada operación pueda acontecer. El programa sirve para vincular expectativas y determinar qué comportamientos o situaciones han de ser considerados como correctos y, por lo tanto, esperados. La transformación de problemas insolubles en otros definidos de manera operacional y, por ende, potencialmente solubles, prepara y ejecuta el programa mismo. La determinación del fin, o de los fines, es el primer paso de la programación teleológica. Estas premisas limitan el margen de acción a la actividad decisoria, rodeándola de una capa de complejidad ya reducida, es decir, descargándola de responsabilidad. La estructura sistémica de la operación de diseño se organiza como un complejo de premisas decisorias que programan el flujo de trabajo.

El diseñador debe ser el intérprete de los hechos para poder detectar cuáles situaciones pueden ser problematizadas y susceptibles de ser tratadas en términos de diseño. Se trata de una aproximación a la operación de diseño netamente intencionalista, en la cual la interpretación requiere un diseño *per se*, un orden, una disposición de las ideas.

2.3. Espacio de alternativas

Un objeto técnico³⁷ es una solución generada en un espacio de alternativas que responde a una necesidad. Las alternativas constituyen un territorio de posibilidades eficacias a considerar cuando se diseña el objeto en cuestión. Fernando Broncano (2007) afirma que "las alternativas constituyen el paisaje de eficacia en el que se determinan las coordenadas de la solución posible o actual" (p. 87). El diseño (como particular operación técnica) es la solución a un problema en el marco de un espacio de alternativas. Este espacio de alternativas es concebido por las teorías intencionalistas/hilemórficas como el lugar para que se desplieguen las intenciones del diseñador/autor. Estas intenciones pueden ser rastreadas en su mente o voluntad, y las alternativas definen un territorio en el que se inscriben las coordenadas de la posible solución planteada en términos de diseño: es necesario situar al objeto como una coordenada en este territorio o contexto de eficacia.

La racionalidad de la operación de diseño se despliega entre la necesidad de llegar a estabilizar en un objeto una determinada solución y la búsqueda de soluciones novedosas para ese problema en particular. Esta racionalidad aumenta (aumenta este despliegue) en la medida en que el diseñador es capaz de crear nuevas oportunidades de diseño al aprovechar mejor las circunstancias y las situaciones concretas³⁸ que se

³⁶Aislar los medios adecuados, y neutralizar consecuencias, permite a la operación de diseño asegurar un grado suficiente de indiferencia frente a su entorno para adquirir autonomía.

³⁷Este punto de vista sobre el objeto técnico *no* es el que presenta Gilbert Simondon. Este filósofo francés señala que el objeto técnico continúa desarrollando un proceso más vasto que lo trasciende y constituye un medio asociado a este. Es decir que este objeto es solo una parte de la tecnicidad mucho más vasta que él, en la que el diseñador —en tanto ser humano que opera su propia individuación— se halla implicado en la operación de concretización (individuación) de este objeto, y en la que otras génesis relacionadas se han realizado con anterioridad (antes), en forma paralela (durante) o posteriormente (después) a la génesis del objeto técnico considerado.

³⁸Se reconoce, en la operación de diseño, una primera cuestión relativa a la existencia de principios que aportan fundamentos de decisión o de aceptación incondicional, y que deben ser cumplidos (afirmados, asumidos) a modo de axiomas (tales como ergonomía, estructura material). Se reconoce también, y de manera simultánea con los anteriores,

le presentan. El establecimiento de nuevos objetivos que enriquezcan a los existentes depende de la capacidad del diseñador para aprovechar estas circunstancias: las operaciones de diseño no se hacen en el vacío, sino que contextualizan con distintos repertorios de medios técnicos que se encuentran disponibles para el diseñador³⁹ (en ese tiempo y lugar).

Las teorías intencionalistas, en combinación con el modelo hilemórfico, han servido para definir reglas de actuación en tipos de casos de operaciones de diseño. El saber práctico está vinculado con las contingencias y circunstancias locales, y puede llegar a adquirir, este saber, el peso de la normatividad⁴⁰ de una regla. **Circunstancias y posibilidades imaginadas se relacionan en la operación de diseño; por ello resulta ingenuo pensar que esta operación es solo un instrumento o un medio. La racionalidad instrumental en la operación de diseño, al relacionar el ver y el hacer, implica más acciones además de aquellas destinadas a la elección de los medios adecuados⁴¹.**

Este espacio de alternativas en el ámbito de la teoría de la individuación estará condicionado por el objeto diseñado y por el medio asociado, y es el diseñador el transductor de esa operación.

2.4. Concepto de *modelo*

El concepto de *modelo* al cual haremos referencia no debe confundirse con el concepto de *método*⁴² en sentido normativo o prescriptivo, ni con el de *modelo*, utilizado por los artistas (a partir del Renacimiento) para referir a un original respecto del cual obtener una copia; antes bien, el significado que aquí se le da se acerca a la locución latina *modus*, que significa “modo”, “manera” (*modus vivendi*).

Aquí se conceptualiza el modelo en los términos en que este es explicado por Ynoub (2015) a partir de la afirmación de Kant (2004, p. 154) en la que se enfatiza que “la razón sólo descubre lo que ella ha producido según sus propios planes”. El modelo es una manera que el investigador tiene de relacionarse con el mundo: “Investigar es modelizar, imaginar y traducir esos modelos e imágenes en planes o esquemas de acción que permitan cuestionar los hechos” (Ynoub, 2015, p. 23). Mediante planes o esquemas es posible distanciarse de lo que es observado para tratar aspectos relacionados con el porvenir (anticipación), representar aspectos de algo percibido (contenidos cognitivos) o expresar sentimientos y afectos. Los esquemas son construcciones de quien observa y permiten captar, de alguna manera, aquello que es observado; pero el modelo no es una imagen, sino que consiste en un esquema de acción, en el que esta estructura del esquema de acción llega a convertirse en estructura de intelección (Ynoub, 2015, p. 26). Este modelo, que es esquema de acción, y de intelección, reduce complejidad⁴³:

Con frecuencia la complejidad de los problemas desborda la inteligencia natural de los actores y estos necesitan disponer de recursos conceptuales suficientemente potentes para lidiar no solo con la complejidad cognoscitiva de los fenómenos, sino también con su irremediable dramática práctica, que obliga a la toma de decisiones difíciles en cada punto de bifurcación. (Samaja, 2014, p. 225).

Aquí no se sostiene una concepción de *modelo* de corte empirista (como artefacto armado, consistente en imagen abstracta generada en función del dato empírico), ni de corte idealista ingenuo (el modelo se encuentra en el mundo de las ideas, y es su actualización material una copia de aquella). En tanto constructo, el modelo puede ser controlado, permite presentar procesos (gráficamente, por ejemplo), y habilita a definir esquemas de trabajo.

2.5. Caracterización del modelo hilemórfico-intencionalista

El hilemorfismo, procedente de los términos ὕλη (“materia”) y μορφή (“forma”), denomina una teoría de la epistemología para dar cuenta de la realidad, que fundamenta sus principios en los términos de “materia” y

una cuestión relativa a las demostraciones de las propuestas de diseño localizadas en un determinado tiempo y lugar. La operación de diseño, tal cual es aquí esquematizada, relaciona la necesidad (axiomática) con la libertad propositiva.

³⁹Estos repertorios son el resultado de operaciones de diseño precedentes, que adquieren carácter vigente al ser consideradas útiles y valiosas para la nueva operación.

⁴⁰Aquí se hace referencia a “práctica normativa” antes que a “normatividad”, y por esta debe entenderse una práctica que evalúa aquello que es bueno, malo, adecuado, correcto, etc.

⁴¹Quien observa y quien es observado, cosas, sujetos y reglas se relacionan de manera compleja en la operación de diseño. “En el mundo —señala Samaja— no solo hay cosas, sino además, reglas y sujetos. Pero sería un error pensar que cosas, reglas y sujetos están los unos al lado de los otros, meramente yuxtapuestos” (2014, p. 221). Cada una de esas cosas es un entramado de historias, con su estructura, en una dinámica incesante.

⁴²*Método*, del griego μέθοδος, significa “camino a seguir”. Junto a la idea de camino, se presupone la existencia de metas o destinos a alcanzar mediante el tránsito de ese camino.

⁴³Etimológicamente, la palabra *complejidad* proviene del latín *complectere* cuya raíz *plectere* signific “trenzar, enlazar”.

“forma”. Los cambios sustanciales se llevan a cabo, según esta doctrina, cuando los sujetos sustanciales pierden su condición mediante corrupción, y adquieren estos sujetos una nueva condición de ser sustancial mediante generación. La sustancialización del ser que describe el esquema hilemórfico hace posible que el sujeto cognoscente tenga acceso al conocimiento de la individuación del objeto; se sustancializan en términos absolutos el objeto del conocimiento y el sujeto cognoscente, y la relación será la que resulte de vincular estos dos términos ya constituidos.

La cuestión respecto de cómo es que algunas cosas se transforman en otras (como cuando los sujetos sustanciales adquieren una nueva condición mediante generación) implica referirse, entre otras, a la noción del devenir. Esta noción es difícil de aprehender desde una concepción sustancialista del ser fundamentada en una ontología binaria (materia y forma), dado que no puede ser objeto de conocimiento porque cambia, y resulta imposible hacer afirmaciones teóricas sobre el mismo; en estas condiciones será objeto para la *doxa*, para la opinión. Tal como ilustra Ferrater Mora, “considerada la cuestión desde el ángulo del conocimiento, puede decirse que el ser inmóvil es objeto del saber, en tanto que el ser que deviene es objeto de la opinión” (1999, p. 853). El hilemorfismo, entonces, considera que las sustancias corpóreas están constituidas por principios físicos distintos: el primero de ellos refiere a la cantidad extensa, y es potencia en tanto materia susceptible de recibir múltiples formas; el segundo de ellos es el que lleva a cabo el acto de la definición de la forma para aquella materia. La definición real de cada artículo complejo debe ser dada en términos de sus partes (“materia”) y del principio de la unidad (“forma”).

Toda investigación o análisis sobre el modelo hilemórfico remite a la teoría de acto y potencia del pensamiento aristotélico, en la que se relacionan los conceptos de *materia* y *forma*, *acto* y *potencia*. El cuerpo como *dinamis* en relación con el alma como acto primero, y las operaciones vitales como actos segundos relacionados mediante las potencias, resultan fundamentales para la comprensión de la realidad mediante el modelo hilemórfico. La relación potencia-acto alcanza al viviente y a su mundo circundante. Bergson señala:

Las formas de la acción humana se aventuran fuera de su propio dominio. Estamos hechos para actuar tanto más que para pensar; o más bien, cuando seguimos el movimiento de nuestra naturaleza, es para actuar que pensamos. No hace falta pues sorprenderse de que los hábitos de la acción influyan sobre los de la representación, y que nuestro espíritu perciba siempre las cosas en el orden mismo en que acostumbramos figurárnoslas cuando nos proponemos actuar sobre ellas. (2012, p. 299).

El origen del modelo hilemórfico es técnico: representa una operación técnica para la adquisición de forma y es referido en virtud de su capacidad de generalización, analógicamente, en lo operacional y funcional, a la ontogénesis del individuo y de todos los seres: “No es solamente la arcilla y el ladrillo, el mármol y la estatua los que pueden ser pensados según el esquema hilemórfico, sino también un gran número de hechos de formación, de génesis y de composición” (Simondon, 2008, p. 47). Aristóteles pudo fundamentar un sistema universal de clasificación en función del modelo hilemórfico; modelo que está basado en una explicación de la operación tecnológica de adquisición de forma por parte de una materia. El viviente, el ser humano, y el resto de sustancias corpóreas son interpretados por Aristóteles hilemórficamente, es decir, son sustancias com-puestas⁴⁴.

Los dos términos del esquema son claros: forma y materia, pero el planteo de su relación en el dinamismo de la operación no lo es. La vía hilemórfica no puede explicar la relación entre naturaleza y forma: Lo que el esquema hilemórfico refleja en primer lugar es una representación socializada del trabajo y una representación igualmente socializada del ser viviente individual [...]. La operación técnica que impone una forma a una materia pasiva e indeterminada es solo una operación abstractamente considerada por el espectador que ve lo que entra en el taller y lo que sale de allí sin conocer la elaboración propiamente dicha. Es esencialmente la operación dirigida por el hombre libre y ejecutada por el esclavo. (Simondon, 2008, p. 65).

Las definiciones de la operación de diseño fundamentadas en el modelo hilemórfico definen al diseñador como aquel que opera en el mundo de las ideas y finaliza su actividad al realizar los planos en forma de código de instrucciones para que estos sean ejecutados por algún otro. En estas definiciones fundamentadas en la operación técnica de adquisición de la forma según el esquema hilemórfico subyacen

⁴⁴La teoría hilemórfica, tal cual ha sido planteada por Aristóteles, perdió su sentido originario en el transcurso de los años, entre otras razones, por las desacertadas e insuficientes traducciones de las palabras *μορφή* (*morfé*) y *εἶδος* (*eidos*); y por el olvido del surgir originario de la teoría que se encuentra fundamentalmente en dos actividades humanas: el arte y el habla. Si al modelo hilemórfico se lo refiere al movimiento, y a la estructuración física de las sustancias, y no solo a la constitución física de los cuerpos; y si a los términos *μορφή* y *εἶδος* se los redefine en su sentido originario, este modelo estará en condiciones de ofrecer nuevos puntos de vista sobre la práctica de diseño y fabricación de objetos.

referencias a modelos físicos para justificar su proceder⁴⁵: a los objetos materiales diseñados se los considera sólidos; las instancias temporales del proceso proyecto-construcción son como sólidos impenetrables puestos en relación de adyacencia entre sí; el proyecto se organiza en función de la concepción hilemórfica del ser para conformar un sólido y donde es posible distinguir entre una forma y una materia. Pero el determinismo se encuentra presente en la definición misma de sólido: “El sólido ideal posee y conserva su forma propia, y posee y conserva su volumen propio. Permanece idéntico a sí mismo”, afirma Vendryès (1975, p.10). Ya Bergson, en el año 1903, había señalado en relación con la voluntad de buscar aquello que permanece idéntico a sí mismo, que “nuestra mente, la cual busca puntos de apoyo sólidos, tiene por principal función, en el curso ordinario de la vida, representarse estados de cosas. Toma de vez en cuando vistas cuasi instantáneas sobre la movilidad indivisa de lo real” (Bergson, 2013, p. 211).

El sólido solo tiene y conserva un único volumen y forma, quedando así establecidas posiciones únicas entre cada una de sus partes: las relaciones recíprocas de cada una de esas posiciones son deterministas. Las fuerzas que cohesionan la materia del sólido solo pueden ser alteradas actuando desde fuera de este, mediante fuerzas exteriores: se trata, este sólido al cual se está aquí haciendo referencia, de un sólido ya individuado. En forma coherente con estas ideas de los cuerpos sólidos se define la naturaleza del tiempo⁴⁶. Bergson detectó esta simetría entre espacio y tiempo, y sugirió que el captar la realidad en la movilidad permitirá abrirse a lo novedoso e imprevisible:

El tiempo así considerado no es más que un espacio ideal donde se superponen alineados todos los acontecimientos pasados, presentes y futuros, sumado, además, a un impedimento para ellos de aparecérsenos en bloque. (2013, p. 23).

Las definiciones de la operación de diseño que se fundamentan en el modelo hilemórfico refieren al proyecto de sólidos, y de sólidos que pueden alcanzar su individuación con un proyecto que, a modo de instancia previa, les sirve de principio. Dice Bergson: “El error comienza cuando la inteligencia pretende pensar uno de los aspectos como ha pensado el otro, y se emplea en un uso para el cual no ha sido hecha” (2013, p. 110). Y los cuerpos sólidos, señala Vendryès, tienen un sustento físico en las fuerzas que sirven de cohesión a las partículas que las conforman, y esas fuerzas han sido estudiadas refiriéndolas a figuras geométricas; por esta razón, el mismo autor afirma:

Eso explica que los cuerpos sólidos hayan sido, en origen histórico y psicológico, meditaciones sobre las estructuras geométricas. Los dos criterios de la definición del sólido, la forma y el volumen, son geométricos —agrega a continuación una cita de Henri Poincaré— “si no hubiese cuerpos sólidos en la naturaleza, no habría geometría”. (Vendryès, 1975, p. 11).

Además, como señala Bergson, subyace a la idea que sustancializa la operación de diseño en etapas la concepción de que “lo posible es menos que lo real, y que, por esa razón, la posibilidad de las cosas precede a su existencia. Ellas serían así representables de antemano” (Bergson, 2013, p. 114). “Lo posible”, en este caso, sería el proyecto, mientras que “lo real”, obviamente, sería el objeto construido: “Un proceso de proyecto, entonces, tiene como resultado la producción de un conjunto de especificaciones y representaciones que permiten construir el objeto representado” (Corona Martínez, 1998, p. 9).

Bergson afirma, además, que los filósofos están de acuerdo, a pesar de sus divergencias aparentes, en distinguir dos maneras profundamente diferentes de conocer una cosa: “La primera implica que se gire alrededor de dicha cosa; la segunda, que se penetre en ella” (Bergson, 2013, p. 179). Es posible vincular el conocimiento de lo relativo con el primero de los casos, porque este depende del punto de vista desde el cual se observe a la cosa; mientras que en el segundo caso no existe un punto de vista relativo al objeto estudiado, es decir que el conocimiento de la cosa se detiene, y focaliza, en lo absoluto. De esta manera, las descripciones, las representaciones, la historia o el análisis están vinculados con lo relativo, mientras que el contacto directo con la cosa misma se vincula con lo absoluto. El proyecto, no la práctica de diseño, concebido como representación de una cosa (inexistente), según el criterio de lo relativo y lo absoluto, queda alineado dentro del tipo de conocimiento relativo de las cosas; “la cosa” es el objeto inexistente que el proyecto analiza y representa (como si fuese el relevamiento de una cosa existente). “Es en este sentido —señala Bergson— y solamente en este, que absoluto es sinónimo de perfección” (2013, p.182). Es decir que por más de que se realicen maquetas en múltiples escalas, animaciones de construcciones en 3D fotorrealísticas y planos con profusión de detalles, estos no equivaldrán jamás al objeto construido porque

⁴⁵En particular, y únicamente, el modelo de los sólidos, en el cual se encuentra implícita la noción de determinismo.

⁴⁶La divisibilidad, entonces, pertenece a la materia, dado que es de suyo cuantitativo; mientras que la cohesión es una propiedad de la forma sustancial, dado que debe haber un vínculo cohesivo para que el ente no se disperse. La esencia del ser material (del objeto resultante de relacionar forma y materia) no exige estas determinaciones espaciotemporales, dado que con el cambio de estas, el material no modifica su esencia: el ser material tendría, al referirlo a este modelo, la capacidad de pasar a ser de un modo distinto, sin dejar de ser él mismo.

todos ellos resultan ser análisis de esa cosa (inexistente, pero se dibujan los planos como si fuera existente) y “el análisis es la operación que reduce el objeto a elementos ya conocidos, es decir comunes a dicho objeto y a otros. Analizar consiste entonces en expresar una cosa en función de lo que no es” (Bergson, 2013, p.183).

El absoluto —en nuestro caso sería el objeto construido— alcanza la perfección por ser lo que es; mientras que los planos que lo preceden son imperfectos por tratarse simplemente de representaciones de aquella cosa⁴⁷. En consecuencia, señala Bergson, “es por la misma razón, sin duda, que a menudo se ha identificado juntos lo absoluto, con lo perfecto, y con lo infinito” (2013, p. 183), dado que aquella cosa que es inaprehensible (el objeto construido es inaprehensible por el proyecto) requiere para aproximarse a ella una definición que exige llevar a cabo una enumeración inagotable de detalles, enumeración de detalles que se extendería hasta el infinito sin llegar a contactar a la cosa misma (el objeto mismo).

Crítico de la versión ingenua del modelo hilemórfico, Luis Juan Guerrero⁴⁸ reconoce que tradicionalmente el problema de las estructuras y tensiones de la trama edificadora de la obra de arte ha sido encarado como un problema de clasificación de factores o elementos, “como si se tratara de regiones independientes, que luego pasaran a integrar la obra de arte” (1956a, p. 193). La interpretación aristotélica de la obra que es producto de una manufactura en general queda definida como un compuesto de materia y forma:

- 1) Si la obra es un artefacto surgido de la elaboración humana de un material sensible, la forma o figura se relaciona de alguna manera con la materia o sustrato. Se afirma, entonces, que esto ocurre cuando una configuración formal penetra en un medio adecuado, es decir, en un sustrato de cualidades sensibles.
- 2) Si la obra es interpretada como un medio suprasensible, o como sustrato de ingredientes mentales, la configuración artística elabora un material puramente espiritual.

A la dicotomía forma-materia, en el ámbito específico de la obra de arte, Guerrero propone sustituirla por la de forma-intencionalidad o significación. Cambia la aproximación del modelo hilemórfico por otra fundamentada en un modelo intencionalista. Estas teorías afirman que el singular modo de estar en el mundo de un objeto queda determinado por la intencionalidad de un sujeto que es el autor de la aproximación de tales estados. En el modelo hilemórfico fundamentado en teorías intencionalistas, el “quién” es el ser humano que piensa, que da órdenes; mientras que el “qué” es la materia inanimada (manipulada por otros seres humanos, los obreros, con escasa o nula capacidad de decisión en lo que respecta a la toma de decisiones que conciernen a la definición formal de la materia⁴⁹).

A su vez, en función de las preguntas anteriores, podríamos orientar la tarea de investigación en dos direcciones: 1) invirtiendo “quién” y “qué”, es decir, asignándole al “qué” la capacidad de decidir por su forma, y al “quién” la capacidad de ser modelado por la materia, y 2) abandonando el modelo hilemórfico-intencionalista para dar cuenta de la génesis del objeto técnico. El primer caso es un tema que la antropología se encuentra en condiciones de tratar, y respecto del cual la teoría de la práctica de diseño tiene importantes aportes que hacer. No es el caso que se ha seguido en la presente investigación. En la segunda de las direcciones señaladas, por el contrario, el abandono de la explicación que ofrece el modelo hilemórfico para la producción de cosas por otras explicaciones fundamentadas en otros modelos y teorías permite vislumbrar las operaciones de diseño y fabricación digital situándonos más allá o más acá de cualquier diferencia entre quién y qué. Esta es la dirección y la orientación que se ha seguido en el presente estudio.

En la operación técnica de diseño, la dinámica de la operación no puede ser representada por el binomio forma/materia (mediante el modelo hilemórfico), porque para este modelo, tanto la forma como la materia son abstractas. A la luz del modelo hilemórfico, entonces, son consideradas *abstractas* las tecnologías, con potencialidad para modelar o fabricar/construir cualquier objeto, los materiales son considerados con capacidad para recibir múltiples formas, y la operación de diseño es considerada únicamente como sistema teleológicamente orientado al cumplimiento de fines.

Pero sucede que la forma que ha sido modelada mediante *software* (en el diseño y la fabricación digital) está informada por la materia: ya contiene en sí indicaciones sobre cómo proceder con una determinada materia, que es material para esa forma porque posee propiedades que lo hacen apto para

⁴⁷Esta creencia ha llevado a afirmar, en el ámbito del diseño, que solo aquellos que han estado en contacto con la construcción de un objeto (el absoluto, la perfección) pueden ser llamados verdaderamente diseñadores: la consecuencia nefasta de esta manera de pensar ha sido el desprecio del trabajo de diseñadores cuya actividad principal, o única, consiste en llevar a cabo actividades orientadas a la docencia, la crítica, la teoría y la historia del diseño. Este desprecio es posible percibirlo en distintos ámbitos institucionales, pero se manifiesta con especial énfasis en ámbitos académicos (en cátedras en las que se enseña a proyectar, particularmente).

⁴⁸Guerrero, Luis Juan (1897-1958). Filósofo argentino. Doctor en Filosofía por la Universidad de Zurich, 11 de julio de 1925, con la calificación Magna cum laude con su tesis El origen de una axiología general en la filosofía contemporánea.

⁴⁹Ver apartado 2.7. “Relación amo-esclavo”.

hacer ese específico objeto. Es en tanto *información* que las heterogeneidades son puestas en presencia: no es correcto afirmar que la forma desempeña un papel estático mientras que la materia, uno dinámico: ambos se relacionan en la dinámica de la operación. “Las relaciones —señala Simondon— no se establecen entre materia bruta y forma pura, sino entre la materia preparada y la forma materializada” (2008, p. 57). El objeto concreto no es el resultado de la unión de una forma abstracta con la capacidad de los materiales para recibir múltiples formas; antes bien, es necesario que un diseñador, mediante la operación técnica de diseño, instituya una mediación entre determinados materiales, tecnologías, y diseño⁵⁰.

El diseñador implicado en la operación de diseño y fabricación digital reconoce en el *software* para modelado, en las tecnologías para fabricación digital, en los materiales y en la relación que es instituida en la operación de diseño una cierta aptitud para devenir en objeto. Antes de toda elaboración, los materiales ya se encuentran en forma (in-formados), dado que poseen características que los hacen aptos para devenir en un particular objeto.

Concebir la operación de diseño como operación técnica⁵¹ implica conocer aspectos de la historia de la técnica⁵². Aquí realizaremos esta tarea en los términos que brinda la hermenéutica, y no en un estricto sentido cronológico, dado que el objetivo de la presente tesis es realizar interpretaciones sobre problemas que sirvan a los efectos de arrojar luz sobre la operación de diseño en términos hilemórficos y no hilemórficos.

Subjetividad y tecnología son dos conceptos que suelen presentarse disyuntos, es decir, estableciendo entre ellos una relación de distancia y oposición. Pero estas dos nociones, en el mundo antiguo griego, eran conjuntas: el concepto de *tecnología* es de raigambre griega, e implicado en su origen está la constitución del sujeto.

El modelo normativo de la técnica presentado por Platón se fundamenta en principios de carácter metafísico; de esta manera, el valor de una cosa radica en su propia naturaleza, y es la estructura interna de la misma cosa su principio. La naturaleza así descrita, entonces, no está definida mediante relaciones con otras cosas o con seres humanos. La consecuencia de adoptar esta concepción para fundamentar la operación de diseño, entendida como operación técnica, es que la actividad del diseñador resultaría una tarea consistente en adecuar o ajustar la cosa diseñada respecto de un paradigma, en el que la opinión del diseñador sería irrelevante o carecería de importancia⁵³:

SÓCRATES.—Luego, si todas las cosas no son para todos de la misma manera a la vez y siempre; y si cada objeto no es tampoco propiamente lo que parece a cada uno, no cabe la menor duda de que los seres tienen en sí mismos, una esencia fija y estable; no existen con relación a nosotros, no dependen de nosotros, no varían a placer de nuestra manera de ver, sino que existen en sí mismos, según la esencia que les es natural.

HERMÓGENES.—Me parece bien, Sócrates; tienes razón.

SÓCRATES.—Ahora bien; siendo los seres así, ¿pueden ser sus acciones de otra manera?

HERMÓGENES.—Verdaderamente, sí.

SÓCRATES.—Por consiguiente, las acciones se hacen también según su propia naturaleza, y no según queramos. Por ejemplo: he aquí una cosa que es preciso cortar: ¿La cortaremos como queramos, y con lo que queramos? ¿No debemos, por el contrario, cortar como es natural cortar, y como una cosa debe de ser cortada, si queremos cortar en efecto, y llevar a feliz término nuestra operación? Y si nos ponemos en oposición con la naturaleza, ¿no nos exponemos a un chasco? (Crátilo, 386e - 387a).

Aquí se está dando cuenta de un trabajo que opera por imitación de un paradigma: la relación entre "los dos mundos" es el problema central en la teoría expuesta por Platón. Según este modelo, el objeto diseñado resulta una realidad derivada o segunda respecto de la perfección del paradigma utilizado como referente⁵⁴, y su definición está dada por una buena imitación de una forma paradigmática, al igual que su buen uso, que está regido por un uso paradigmático. La riqueza (y el problema para definirla) de la acción técnica se encuentra en su posibilidad de adaptación a muy distintas circunstancias, a naturalezas cambiantes e inestables. Platón afirma que en toda *tejné* (τέχνη), que tiene un ámbito específico de

⁵⁰Esta institución de una mediación, realizada por el diseñador, consiste en el establecimiento de las condiciones en que se llevarán a cabo el encuentro entre las heterogeneidades relacionadas en la operación. Las heterogeneidades varían en cada operación de diseño, lo que hace que la operación técnica de diseño sea única cada vez.

⁵¹Aquí no se identifica técnica con instrumentismo, sino que se reconoce a la primera como un sistema que produce transformaciones en la realidad, organizada como un conjunto de prácticas, y estructurada por una compleja organización del trabajo que produce espacios artificiales, artefactos, objetos y productos en los que se pueden controlar algunos aspectos de la misma realidad.

⁵²Ver Anexo II.

⁵³*Crátilo* (Κρατύλος) es la primera obra de la historia que reflexiona sobre el lenguaje, data del 385 a.C.

⁵⁴El diseñador es un experto en relacionar estos dos mundos.

actuación, se hace manifiesto un saber particular, dirigido a la producción de algún resultado; y posee una función (ἔργον) y potencia (δύναμις). El modelo platónico normativo de la técnica afirma que una técnica es racional cuando el hacer del diseñador (del técnico) es el más adecuado a la naturaleza de la cosa que está siendo diseñada en una particular circunstancia.

Los mismos conceptos utilizados por Platón difieren en su significado e interpretación en el contexto de la filosofía propuesta por Aristóteles. Este filósofo entiende el concepto de ποιήσις (“poiesis”) como una actividad productiva orientada a la obtención de resultados; y es τέχνη, (“tecné”) aquel saber que va en paralelo con la actividad productiva. Relacionado a la ποιήσις se encuentra la πράξις (“praxis”), consistente en una actividad cuyo resultado se encuentra en sí misma; y es la Φρόνησις (“prudencia”) el saber que va en paralelo con esta actividad. Relacionado con la Φρόνησις, se encuentra la ἐνέργεια (“acto”), que hace referencia a la capacidad de actualización o de llevar a cabo una acción.

En la producción (ποιήσις) Aristóteles reconoce que hay ordenaciones correctas de acciones (εὐπραξία)⁵⁵; y es en esa ordenación (guiada por una intención) de acciones en donde se encuentra la clave de la actividad poiética. La τέχνη es una disposición ordenada de acciones, entonces, dependiente de los medios disponibles y de la capacidad de los actores implicados en la operación técnica. Aristóteles valora no solo la organización de los medios para la consecución exitosa de un objetivo, sino el aprendizaje llevado a cabo por el agente en la circunstancia particular de la realización técnica. Este aprendizaje consiste tanto en la delimitación de los objetivos como en la capacidad de los propios actores, y en la selección y organización de los medios adecuados.

Todo aquello que tiene potencialidad para ser, o no ser, es generado por naturaleza, o por arte. A la generación no natural, cuyos principios se hallan en la τέχνη (“tejné”), o en la δύναμις (“dynamis”), Aristóteles la denomina ποιήσις (“poiesis”). Si el principio generador está *en otro*, ese otro es el alma racional que pone en marcha la operación técnica. La materia y la forma son tenidas como elementos inengendrados: la actividad técnica se organiza en torno a la definición de la forma, en el “qué es”, en el εἶδος (“eidos”⁵⁶). El *eidos*, precediendo a la relación τέχνη-μίμησις (“tejné-mimesis”); el *eidos* precediendo a la ποιήσις (“poiesis”); y el *eidos* precediendo a la relación acto-potencia⁵⁷, son tesis centrales en la filosofía de Aristóteles. Tanto el arte como la naturaleza son productores de cosas; pero la diferencia entre ambos se encuentra en que, en el primero, el principio es exterior a la cosa producida.

La actividad técnica (el acto o ἐνέργεια) se relaciona íntimamente con el ἔργον (“obra”, “resultado”, “actuación”, “función”), dado que la operación técnica está orientada a alcanzar una entelequia (ἐντελέχεια). Es el cumplimiento de la operación el que le da sentido a esta, es decir que el producto de la potencia es ontológicamente anterior a la potencia: es la forma lo que da sentido a la τέχνη. La πράξις (“praxis”) es fundamental en la filosofía de la técnica expuesta por Aristóteles, dado que trata el problema tecnológico en función *de lo que puede llegar a ser*, y de las particulares circunstancias de realización (no es posible que haya ciencia de lo particular). Aquí reside la diferencia fundamental en la filosofía de Aristóteles respecto de la de Platón en lo concerniente a la producción técnica: la capacidad del *eidos* se da en las circunstancias particulares de cada operación.

El conocimiento que versa sobre lo inmutable y necesario, el saber práctico en relación con la contingencia y las habilidades del actor implicado en la operación técnica se relacionan en la operación de diseño⁵⁸. En esta están involucradas acciones, y son la ποιήσις una actividad dirigida a un fin, y la πράξις una actividad que se agota en sí misma⁵⁹. Ambas actividades tienen en común que su principio se encuentra en la voluntad del ser humano (están relacionadas con disposiciones racionales), y se relacionan con lo contingente de situaciones particulares. Para determinar el diseño de objetos es necesaria tanto una comprensión de las circunstancias como el conocimiento de las posibilidades propias del actor implicado en la operación técnica. Si lo que se quiere hacer es diseñar un objeto, este diseño no puede ser realizado de manera independiente respecto de las posibilidades de los medios a disposición del diseñador, ni de las

⁵⁵Sócrates llamaba *eupraxía* a la acción deliberada por la cual el hombre deviene en artesano, consciente, de su propio destino. Esta condición de *eupraxía* exigía una ascesis intelectual tal, que le permitiera a la persona poder definir aquello a cuyo servicio era indispensable ponerse. El saber que implica la virtud requiere una conversión interior.

⁵⁶En la raíz de múltiples significados de *eidos* —señala Ferrater Mora— se halla la noción de aspecto (*species*) que ofrece una realidad cuando se la ve en lo que la constituye como tal realidad” (Ferrater Mora, 1999, p. 980).

⁵⁷Aristóteles insiste en la prioridad del acto sobre la potencia, dado que todo poder llegar a ser tiene incluido el principio de lo que es.

⁵⁸Si bien de casos particulares no pude hacerse ciencia, esto no implica que se carezca de cognición práctica sobre ello. La discusión sobre la posibilidad de que el conocimiento que se genera en la operación de diseño sea de carácter universal o particular no es objeto a ser tratado en el presente trabajo de investigación.

⁵⁹La diferencia, entonces, se encuentra en la manera en que las capacidades racionales se relacionan con el fin: en la *poiesis*, estas capacidades se subordinan al valor del fin, mientras que en la *praxis*, esas capacidades racionales son el fin mismo. Estas delimitaciones entre *poiesis* y *praxis*, no son estrictas, dado que puede afirmarse que en toda actividad que el ser humano lleva a cabo, se da una doble consideración del fin: es el resultado o producto, y es también búsqueda de excelencia en el hacer.

capacidades propias del mismo diseñador: la operación de diseño implica realizar un aprendizaje sobre lo que debe diseñarse en cada caso particular, en cada contexto y situación. El modelo aristotélico, entonces, focaliza su atención en acontecimientos intencionales causados por agentes⁶⁰, antes que en los objetos mismos. Al ser las realizaciones técnicas secuencias ordenadas de acciones (estructuras de acciones), los artefactos u objetos son el resultado de las acciones del diseñador.

Hay antropólogos que sostienen que el proceso tecnológico no solo es la secuenciación de acciones físicas de modificación de la materia, sino que implica la relación de esquemas mentales y sociales que se han ido configurando a través del tiempo dando lugar a una determinada tradición tecnológica⁶¹.

La tecnología es entendida, por estos antropólogos, como fenómeno relacional dinámico. Es un producto a la vez histórico y activo en el presente, dado que la práctica se materializa por un conjunto de disposiciones aprendidas e interiorizadas, que permiten tanto la reproducción de las estructuras sociales como explicar sus cambios a través de los fenómenos de agencia. Los procesos tecnológicos superan el análisis del soporte físico del producto para pasar a conectarse íntimamente con los aspectos sociales. Se trata de un fenómeno cultural complejo, inserto en visiones de un mundo contingente, histórico. El objeto se considera una construcción eminentemente cultural y no la simple transformación de una materia presente en la naturaleza. Este enfoque conduce, a su vez, al análisis de fenómenos de estabilidad, reproducción e innovación tecnológica, y promueve el análisis tanto de los aspectos físicos y más obvios de la cultura material como de los aspectos sociales⁶² en relación con su fabricación, uso, intercambio y abandono.

Tanto la noción de *forma* como la de *materia* poseen una capacidad de generalización tal que las hace susceptibles de ser aplicadas, mediante el modelo hilemórfico que las relaciona, a un gran número de hechos de formación, génesis y composición (entre los que podemos incluir la operación de diseño). El problema del uso de este modelo en la operación de diseño —y, específicamente, en la de diseño y fabricación digital— es que oculta la propia mediación, ya que esta es activa, como activos son también los términos que la componen (forma y materia). “La cualidad de la materia —afirma Simondon— es fuente de forma, elemento de forma que la operación técnica hace cambiar de escala” (2008, p. 51). Es decir que la materia está *informada*, y la forma está en el material; a su vez, la relación entre ellas no sucede posteriormente a la definición de cada una de ellas (como forma y materia) sino que nace con ellas y opera individuación en relación con ellas, definiéndose mutuamente: “La operación técnica constituye dos semicadenas que, a partir de la materia bruta y la forma pura, se encaminan una hacia la otra y se reúnen” (Simondon, 2008, p. 53). Es decir que la operación de adquisición de forma no solo supone la existencia de forma y materia, sino que necesita de energía. La operación de diseño es lo que hace que un objeto sea diferente del resto; la operación técnica de diseño es la *operación allagmática* que nace de la relación, mediante energía potencial, de materia y forma informadas. **Lo que caracteriza a un objeto técnico, entonces, es su proceso de individuación (concretización) entendido como operación que hace existir al objeto técnico como solución de un problema (en donde *problema* es entendido como solución consistente en superar las incompatibilidades entre heterogeneidades puestas en relación en la operación).**

2.6. Sistema teleológicamente orientado

La cuestión teleológica⁶³ en el ámbito filosófico es de una gran amplitud. La primera y más básica concepción de la teleología señala que para alcanzar un determinado fin debe ordenarse una cadena causal, en la que el fin queda ubicado en un tiempo futuro, mientras que la primera y más básica concepción de observador lo define a este como situado en un lugar externo al sistema, dotado de capacidad cognitiva suficiente para aprehenderlo y decidir qué aspectos del sistema deben ser tenidos en cuenta y cuáles no.

A la operación de diseño se la concibe como sistema teleológicamente orientado y organizado hacia el cumplimiento de un fin. Afirmar que la operación de diseño es un sistema teleológicamente orientado no

⁶⁰La operación de diseño es un tipo de producción intencional. La caracterización del tipo de intención está dada, en el presente trabajo, por el objeto que está siendo diseñado. No es objeto de estudio del presente trabajo los estados mentales de los actores cuyas intenciones guían la realización de la operación de diseño. Sí se reconoce que en la operación de diseño se relacionan el fin pretendido con distintos procesos de razonamiento práctico.

⁶¹Ver Anexo II.

⁶²La operación de diseño, entendida como operación técnica, no es una secuenciación de acciones físicas, sino la incorporación de complejos esquemas mentales, concierne a los materiales con que se fabrican los objetos, a su producción y uso (incluyendo el conjunto de acciones técnicas, los espacios, los tiempos, etc.), a las personas y a todo el proceso de aprendizaje. Es decir que muchas de las decisiones tomadas por el diseñador durante la operación no dependen únicamente de criterios estrictamente funcionales, pero sí se llevan a cabo en función de los esquemas mentales (*symbolic system*) culturalmente estructurados.

⁶³La palabra *teleología* es un neologismo formado del griego τέλειος (*teleos* = “fin”) y λογία (*logía* = “estudio, ciencia”) acuñado por el filósofo alemán Christian von Wolff (1679-1754) en un documento escrito en latín (*Philosophia rationalis sive logica*) en 1728.

implica decir que este esté organizado únicamente en términos de fines y medios. Orientada teleológicamente, la formulación de los fines en la operación de diseño puede ser hecha objeto de variación⁶⁴; de esta manera, los fines no son siempre efectos inequívocamente concebidos de la acción, sino variables dentro de una orientación de sentido.

En su calidad de fin imaginado, el producto final está en condiciones de arrojar luz sobre la cuestión de los medios requeridos y de las alternativas que, a partir del fin, resultan posibles en la adquisición de materiales, la ordenación del trabajo, etc. Solo como representación subjetiva pueden ser los fines desplazados desde el futuro hasta el presente de la acción en la operación⁶⁵. Estos fines, entonces, no necesariamente deben ser tenidos en consideración como estado definitivo del movimiento, sino que pueden ser considerados compromisos subjetivos, a modo de respuesta expresada en términos de diseño a las preguntas planteadas en los problemas. El problema de la finalidad implica el de las causas⁶⁶, pero también el de la explicación de la elección de esos fines, tornándose, de esta manera, en un problema de carácter epistemológico antes que ontológico.

La complicación de los fines trae como consecuencia el reajuste de los medios. A aquellos aspectos cuyas consecuencias no sean pretendidas, el fin los neutraliza. A medida que la complejidad del fin aumenta, la complejidad de las relaciones entre los medios también lo hace, y determinar cuáles son las consecuencias no pretendidas resulta una tarea sumamente compleja.

En la orientación teleológica, es necesario distinguir entre esquema causal y esquema de fin/medios. Tanto la causalidad como el esquema fin/medios son categorías de la acción. Mediante el esquema causal, el mundo se presenta como la posibilidad de producir una infinitud de relaciones mecánicas de causas y efectos, mientras que el esquema fin-medios abre la posibilidad a la inclusión de valores para elegir medios, y para elegir un fin. En el segundo caso, en el del esquema que organiza los medios para obtener un fin, se consideran perspectivas preferenciales para diseñar determinados efectos en casos concretos.

Al tomar como guía distintos principios fundados en las operaciones, el factor tiempo adquiere relevancia en la definición del sistema ya que, sin él, la operación no sería tal, sino un simple acontecimiento: en la operación de diseño no solo deben fijarse relaciones causales y axiológicas, sino que es necesario establecer términos temporales a la acción (lo que permite reflexionar sobre las consecuencias que tiene el desplazar hacia el futuro el fin de la acción; colocarlo, pues, distanciado temporalmente del presente y renunciar así a un cumplimiento inmediato de deseos). Una de las consecuencias de semejante aplazamiento reside en que se pueden diferenciar las dimensiones material y temporal de la operación, colocándolas en una situación de relatividad mutua. Con ello crece el potencial de complejidad de actuar del sistema, pero también su propia complejidad: a la complejidad material se suma la complejidad del tiempo. Se tornan posibles acciones que solo tienen pleno sentido bajo la premisa de que al mismo tiempo, en el mismo sistema, sucedan otras cosas, porque las heterogeneidades implicadas en la operación de diseño varían, pero no lo hacen de manera uniforme, ni lo hacen todas al mismo tiempo.

En una operación que distingue entre la dimensión material y la temporal, resulta posible aplazar vivencias con el fin de aprovechar la capacidad de acción y de obrar del entretiempos. Esto sirve para producir el estado pretendido o para crear las condiciones para su advenimiento. En el transcurso de ese entretiempos pueden hacerse las cosas que no podrían hacerse a la vez, de manera simultánea. El aplazamiento de la consecución del objetivo posibilita la disolución de algunas exigencias contradictorias de la acción mediante la introducción de la programación de una sucesión.

Cuando la existencia del proyecto de diseño es subordinado acriticamente a un fin, se lo degrada a una fórmula tautológica⁶⁷ justificativa de la existencia respectiva. Aquello que la conclusión trata de demostrar debe ser, pues, presupuesto preventivamente: se trata de una tautología no clarificada que solo sirve para la fundamentación de decisiones que ya han sido tomadas. Las funciones racionalizadora y motivante están yuxtapuestas sin solución de continuidad; para el diseñador, el fin es a un mismo tiempo razón y medida de su obrar. Referir acriticamente el concepto de *fin* a la acción humana aislada es un problema que los sistemas orientados a la producción de objetos heredan. En este sentido, Luhmann (1983) reconoce que al

⁶⁴La finalidad puede adquirir muchas maneras, muchas formas, y cumplir con el objetivo propuesto.

⁶⁵Ver Anexo I.

⁶⁶Una de las tareas llevadas a cabo en la operación de diseño consiste en realizar investigación sobre características de sistemas que aún no existen, ya sean sistemas nuevos completos o nuevos estados de sistemas existentes. El diseño de espacios habitables, dado que estos deben albergar y promover determinadas situaciones de vida, se basa en el pragmatismo como noción epistemológica subyacente. Por otra parte, la investigación del diseño presta especial importancia a la "causalidad del diseño" para producir conocimientos. Es decir, la investigación del diseño desarrolla el conocimiento al servicio de la acción; la naturaleza del pensamiento del diseño está dirigida hacia situaciones y sistemas deseados y hacia la síntesis en forma de acciones reales.

⁶⁷La palabra *tautología* viene del griego ταυτολογία, formada por ταυτο (tauto = "lo mismo"), λόγος (logos = "palabra, expresión") y el sufijo -ία (-ía = "acción, cualidad"). Se refiere a expresar un mismo pensamiento usando diferentes palabras.

haber sido atribuidos fines a los sistemas, esta relación acrítica entre fines y acción fue heredada por los mismos sistemas. *Acción* es definida, por este sociólogo alemán, como "todo comportamiento orientado de sentido y dotado de repercusión exterior" (p. 10) y *sistema* como "todo ser real que [...] mantiene su identidad en medio de un ambiente extremadamente complejo, en mutación, y que en su conjunto no resulta dominable".

Reconociendo la complejidad de las operaciones técnicas orientadas a la producción de objetos, se hace necesario contar con una teoría de la operación de diseño que acierte a interpretar como disponibilidad su condición de relatividad.

2.7. La relación amo-esclavo

Benjamin Farrington⁶⁸ desarrolla la tesis (que publica en el año 1947) acerca de los tipos de actividades relacionados con la teoría y con la práctica y asocia la teoría con la cabeza o el cerebro humano, mientras que aquellas tareas de orden práctico y necesario quedan asociadas con la mano del mismo cuerpo humano. Esta separación se produce, según Farrington (1947), en el siglo V a. C. en la Antigua Grecia. Se trata de la división entre el hacer práctico (producción de alimentos, enseres, herramientas, útiles y distintos tipos de bienes necesarios para la vida) y la actividad dedicada a la teoría, que consiste en la reflexión acerca de las cosas (entre ellas se encuentra el hacer práctico con fines útiles para la vida).

Dicha división entre el hacer práctico y la actividad teórica hizo posible que se llegase a distinguir entre un tipo de actividad "superior", reservada a una fracción de la sociedad ociosa (tradicionalmente un grupo privilegiado dentro de la misma sociedad), y otro tipo de actividad considerada "inferior" respecto de la anterior, consagrada a atender las urgencias y las necesidades vitales cotidianas.

La distancia de la actividad teórica respecto del hacer práctico, explica Farrington, constituye un signo de privilegio: las actividades reflexivas, teóricas y contemplativas se consideran superiores a todas aquellas destinadas a atender a otras cosas y no a sí mismas. De la analogía referida al saber superior e inferior entre "cabeza y mano" puede llegarse a la analogía entre amo y esclavo, dado que el esclavo opera en función de los deseos y necesidades del amo y no según lo dicta su propio interés. De esta última analogía se concluye que la actividad teórica puede ser realizada por hombres libres, mientras que la actividad práctica será llevada a cabo por personas limitadas en su hacer, dado que esta se halla subordinada al servicio de una autoridad superior y libre. En palabras de Gilbert Simondon:

En la Antigüedad, una gran parte de las operaciones técnicas eran rechazadas fuera del dominio del pensamiento: eran las operaciones que correspondían a las ocupaciones serviles. Del mismo modo que el esclavo era expulsado fuera de la ciudad, las ocupaciones serviles y los objetos técnicos que les correspondían eran barridos del universo del discurso, del pensamiento reflexivo, de la cultura. (2008, p. 21).

El origen del esquema hilemórfico es técnico: representa la operación técnica para la adquisición de forma y es referido, analógicamente, en lo operacional y funcional, a la ontogénesis del individuo y de todos los seres. Señala Simondon:

Lo que el esquema hilemórfico refleja en primer lugar es una representación socializada del trabajo y una representación igualmente socializada del ser viviente individual [...]. La operación técnica que impone una forma a una materia pasiva e indeterminada es solo una operación abstractamente considerada por el espectador que ve lo que entra en el taller y lo que sale de allí sin conocer la elaboración propiamente dicha. Es esencialmente la operación dirigida por el hombre libre y ejecutada por el esclavo. (2008, p. 22).

La hecceidad del objeto, percibida desde "la cabeza" o desde "la mano", adquiere aspectos que solo pueden dar cuenta de una parcialidad de este. Existe un amo que da órdenes y un esclavo que las ejecuta; dentro de esta concepción (y no fuera de ella o por oposición a ella) se encuentra la visión hilemórfico-intencionalista de la operación de diseño, la cual es ubicada en un espacio intersticial entre la profesión (esclavo, artesano) y la disciplina (la cabeza pensante, el amo que da órdenes).

2.8. Introducción al problema de la relación entre seres humanos y acción técnica

En la presente investigación se estudiarán *acciones técnicas*⁶⁹, es decir, un tipo particular de acción productiva intencional humana, que es posible caracterizar en función de su propia ontología y estructura. A

⁶⁸Farrington, Benjamin (1891-1974). Irlandés. Estudioso del mundo clásico. Ejerció como profesor en el área de obras clásicas en Dublín y en Ciudad del Cabo, en Sudáfrica.

⁶⁹Ver Anexo I.

las acciones técnicas se las analiza aquí en el ámbito de la filosofía de la técnica, entendida como la rama que estudia la naturaleza de los artificios, las características del conocimiento técnico y los problemas de índole ética y moral que la técnica provoca. Esta disciplina tiene un desarrollo histórico íntimamente vinculado a la sociología de la técnica. Sin ser objeto de estudio el desarrollo histórico de esta rama de la filosofía⁷⁰, resulta imperativo señalar hitos considerados relevantes a los fines de la presente investigación. Diego Lawler define a la acción técnica, en términos intencionalistas, de la siguiente manera:

Las acciones técnicas son, en términos generales, acciones productivas humanas, es decir, acciones intencionales guiadas por planes de acción y conocimientos aprendidos, que se ejecutan empleando productos de acciones técnicas anteriores (a saber, artefactos) para transformar y controlar la realidad con el objeto de adecuarla a la dialéctica de las necesidades y de los deseos humanos. (Lawler, 2006, p. 393).

La acción técnica, entonces, es llevada a cabo cuando, intencionadamente, un agente produce un objeto guiando su curso de acción, fijando sus objetivos y prefigurando los posibles resultados mediante el empleo de alguna "otra cosa" que sirva como guía. El proyecto puede ser esa "otra cosa", dado que no solo define la forma de aquello que se desea producir, sino que estipula tareas: se trata de documentación ejecutiva. Las acciones técnicas son contempladas en el proyecto mismo como sistemáticamente organizadas; es decir, como "acciones que los agentes se representan previamente antes de ejecutarlas" (Lawler, 2006, p. 394). Pero esa "otra cosa" puede ser, también, información, la cual es enviada a la máquina de impresión o corte que se encargará de producir un objeto que ha sido modelado mediante *software* específico para tal fin. En este caso, en el que la "otra cosa" no es material, sino que consiste en información, la instancia esquematizada como proyecto desaparece del esquema. Podemos afirmar entonces que las acciones técnicas están siempre estructuradas en función de secuencias de órdenes de operación, ya sea que se utilice el proyecto o no.

Los problemas de las relaciones entre humanos y objetos técnicos recorren la historia de la filosofía de la tecnología. Y esto sucede porque se reconoce que, entre los artilugios mecánicos y la biología, entre lo inorgánico y lo orgánico, se encuentran los objetos técnicos, cuya posesión y conocimiento generan consecuencias en las relaciones de poder que otorga su dominio. La operación de diseño y fabricación digital, justamente por relacionar humanos y seres técnicos, está atravesada por esta discusión.

Hay razones de peso para temerle a los objetos técnicos y eso se ve reflejado, por ejemplo, en corrientes de filosofía de la técnica que plantea una división sustancial entre naturaleza y artificialidad pensando a lo humano, en consecuencia, como algo separado de las máquinas o artefactos; se trata de la corriente inaugurada por Martin Heidegger y proseguida por filósofos como Hubert Dreyfuss, Albert Borgmann, Don Ihde, Andrew Feenber y José Ortega y Gasset. Heidegger escribió *Die Frage nach der Technik* en el año 1954 como manifiesto explícito e inequívocamente crítico respecto de la moderna tecnología. Para Heidegger, señala Stiegler, "es la sistematicidad como provocación lo que caracteriza la técnica moderna distinguiéndola totalmente de cualquier otra época". Agrega a continuación: "La técnica gobernaría la naturaleza. Antes la naturaleza gobernaba la técnica" (Stiegler, 2002, p. 45). La técnica interpela a lo humano y lo transforma en recurso; así entonces, la técnica estaría ocupando la posición de amo por sobre una naturaleza esclava, y "explotar y emplear la naturaleza es realizar el proyecto de mostrarse como amos y señores" (p. 9). El problema consiste, según este planteo, en determinar si los seres humanos forman parte de la naturaleza o si son ellos quienes dominan a la técnica que, a su vez, domina a la naturaleza.

Por su parte, teóricos e historiadores de la técnica como Sigfried Giedion, Abbott Payson Usher y Lewis Mumford han focalizado sus trabajos en el estudio de objetos y subyace en la lectura de estos una idea pesimista respecto de la tecnología. En el prólogo de la edición castellana de *Técnica y civilización*, escrito por Carlos María Reyes, este autor se refiere a la técnica en relación con la vida del ser humano en los siguientes términos:

Esta alteración del ambiente secular [producido por la técnica] es la causa profunda, aunque generalmente oculta, de todos los acontecimientos importantes que tienen lugar en el mundo moderno: guerras, crisis económicas y revoluciones políticas y sociales. (Reyes en Mumford, 1945, p. 9).

Las réplicas a estas cuestiones que generan temor se hicieron manifiestas de dos maneras: a) considerando estos objetos técnicos como la solución a problemas de limitación humanos (prótesis) o por su

⁷⁰No se propone aquí tratar una curva de evolución, sino dar cuenta de la singularidad de sucesos desde los que se definió el concepto de *filosofía de la técnica*. No se está buscando un origen del concepto que dé cuenta de alguna realidad histórica, sino reconocer los sucesos que han coadyuvado a conformar la exterioridad de este accidente que hoy se conoce como filosofía de la técnica.

capacidad para potenciar sus cualidades (memoria, fuerza, velocidad), o b) como esclavos que asumen la realización de las tareas más desagradables que los humanos deben realizar⁷¹. Respecto de su producción, se considera que la materia que los constituye es inerte, en contraposición con la forma que le es otorgada por parte del ser humano, quien tiene el control del proceso de formar la materia. Desgraciadamente, señala Lévy, "la imagen de la técnica como poder maligno, escindido de lo humano, resulta no ser sólo falsa, sino catastrófica". Y agrega a continuación que "al pronunciar una condena moral a priori sobre un fenómeno artificialmente separado del devenir colectivo y del mundo de las significaciones (de la cultura), esta concepción impide pensar, de manera integrada, la técnica y la tecnodemocracia" (Lévy, 2000, p. 19).

Una serie de filósofos, antropólogos y sociólogos que han teorizado sobre la técnica ofrecen un punto de vista conciliador entre seres humanos y objetos técnicos. Entre estos, se encuentran Henri Bergson, Bertrand Gille, Jacques Lafitte, Reymond Ruyer, André Leroi Gourhan, Bruno Latour, Bernard Stiegler, Michel Serres, Jean-Hugues Barthélémy, Jean Baudrillard, Georges Canguilhem y Gilbert Simondon. Este último filósofo sostiene que el grado de indeterminación en la máquina hace posible al ser humano el acceso al gesto humano en la máquina. Estos objetos técnicos tienen necesidad de la acción humana en el transcurso de su funcionamiento; el grado de apertura de las máquinas y la información que el ser humano tenga de ellas será lo que caracterizará la relación que entre ellos se establezca. El ser humano interviene en su relación con el objeto técnico y entre objetos técnicos, regulando los márgenes de indeterminación a fin de que se adapte el intercambio de información más conveniente a la situación:

Es preciso volver a introducir [en la cultura] la conciencia de la naturaleza de las máquinas, de sus relaciones mutuas y de sus relaciones con el hombre y de los valores implicados en estas relaciones. Esta toma de conciencia necesita de la existencia, junto con el psicólogo y el sociólogo, del tecnólogo o mecanólogo. (Simondon, 2008, p. 35).

Cuando las distancias físicas se hallan saturadas de presencia humana, es decir, técnica, es imposible referirse a un medio exterior, porque el medio en su totalidad se encuentra saturado por la cultura. Para comprender la individualidad técnica de la máquina, se debe conocer su génesis; la operación de individuación del objeto técnico es su determinación, su historia.

Es Ernst Kapp⁷² quien en *Grundlinien einer Philosophie der Technik*, publicado en 1877, utiliza por vez primera el término *filosofía de la técnica*, y presenta los elementos de la cultura (técnica, lenguaje, arte) como proyecciones amplificantes de distintos órganos del cuerpo humano. Antes de llevar a cabo el estudio sobre la técnica, Kapp realizó investigaciones que hoy podrían ser encuadradas en el ámbito de una filosofía del medio ambiente. Sus intereses estaban centrados en "los intentos humanos por enfrentar los desafíos de diferentes ambientes, por superar la dependencia de la naturaleza" (Mitcham, 1989, p. 26). La definición que Kapp elabora de *tecnología* es preponderantemente artefactual: la caracteriza como una proyección de los órganos del ser humano ("*Organprokektion*"). Dado que los humanos colonizan el espacio y el tiempo, incluso la cultura puede ser definida como técnica.

Según Kapp, la historia se constituye por los esfuerzos del ser humano por hacer frente a los desafíos del entorno y vencerlos, superando su dependencia de lo natural. Pero tal cosa solo es posible si al dominio externo de lo natural lo acompaña el dominio del ambiente interno humano⁷³. Concibe los artefactos como proyección (por lo general inconsciente) de los órganos naturales del hombre, y afirma que la riqueza de las creaciones espirituales brota de los órganos físicos, de modo que dichos artefactos son reflejo suyo. Por este motivo, el autor establece analogías entre las realidades artificiales y los órganos o sistemas humanos (el telégrafo como extensión del sistema nervioso; el ferrocarril como proyección de la circulación sanguínea; el plato como exteriorización del hueco de la mano; el lenguaje y el Estado como extensiones de la vida mental y de la naturaleza humana respectivamente). Por lo mismo, Kapp considera que si es imperativo que las acciones humanas tengan límites (ética), las máquinas también deben tenerlos.

P. K. Engelmeier,⁷⁴ en 1899, publica un artículo en el cual reconoce la tecnología como manifestación inequívoca del progreso y señala, en consecuencia, la necesidad de investigar lo que esta representa para el

⁷¹Ver Anexo II.

⁷²Kapp, Ernst (1808-1896). Geógrafo, filósofo y docente alemán. Fue expulsado de Alemania en 1849, acusado de sedición por sus ideas políticas sobre "la colonización interna" expuestas en un manifiesto o panfleto. Se radicó en la frontera, en la colonia, de EE. UU., en donde estuvo en contacto directo con el uso de herramientas y máquinas.

⁷³Para deslindar al ser humano de la dependencia de la naturaleza, Kapp proponía colonizar el espacio y el tiempo. Y para acometer esta tarea, formuló la creación de una suerte de telegrafía mundial, en la que las comunicaciones enlazarían las distintas lenguas, transformando la manera de habitar sobre la faz de la tierra.

⁷⁴Engelmeier, Peter Klimentjevich (1855-1941). Ingeniero y filósofo de la tecnología ruso. Usó el concepto de *tecnología* (*техника*) en un sentido amplio para significar todo el conocimiento humano y las habilidades dirigidas a objetivos prácticos. La tecnología incluye: primero, mecánica aplicada, física, química; en segundo lugar, la tecnología mecánica y química, la metalurgia, la arquitectura, el arte de la ingeniería de edificios, la construcción naval, la fortificación; en tercer lugar, todas las manualidades; en cuarto lugar, técnicas agrícolas y, finalmente, razonamiento social y moral. Lideró el

ser humano. Este filósofo propone estudiar la tecnología no solo en sus aspectos utilitarios, materiales y de diseño ingenieril, sino en relación con "las áreas de la actividad humana que la rodean, su relación con el arte, la ciencia, la ética, etc." (Engelmeier, en Mitcham, 1989, p. 33).

Es el paradigma del trabajo el que promueve una concepción del objeto técnico solo desde el punto de vista utilitario. Y esto es así porque el objeto técnico se originó en un mundo en el cual la adquisición de forma estaba dada por el paradigma hilemórfico-intencionalista fundamentado, a su vez, en la organización social de las condiciones de trabajo. Pero es el trabajo el que debe ser captado como parte de la tecnicidad y no a la inversa: hay trabajo cuando el ser humano pone a disposición su cuerpo como portador de herramientas. La diferencia que aquí se marca entre la actividad técnica y el trabajo⁷⁵ es que la primera requiere del operador su atención al funcionamiento del objeto técnico y a las razones de ser de su constitución, prolongando de esta manera la invención de este a partir de su entendimiento, mientras que, en el trabajo, el objeto técnico solo es utilizado para cumplir con unos fines determinados, por lo que existen diferencias entre asir la herramienta o el utensilio y utilizarlo (diferencias que las vuelven imponderables). En este último caso, el objeto técnico es utilizado como herramienta para el usuario, y no se establece otra relación entre ellos más que la estrictamente funcional.

Andrew Ure⁷⁶ acuñó la denominación de *filosofía de los fabricantes* (Mitcham, 1989, p. 23) en 1835 para referirse al mundo de la producción automatizada o mediada por máquinas, en oposición a la producción artesanal y a las bellas artes. Para distinguir entre los ingenieros-tecnólogos y los filósofos de la hermenéutica-comprensiva, Carl Mitcham denomina la producción teórica de los primeros *explicación* y a la de los segundos, *comprensión*.

Por su parte, Canguilhem señala en *Machine et organisme*⁷⁷ que el problema de la relación entre tecnología y ciencia es normalmente (simple e ingenuamente) resuelto con la pobre idea, lógica y cronológica, de que el conocimiento (ciencia) precede a la aplicación (tecnología), y que la máquina misma es producto de una operación de carácter secundario, percibida como la revelación "en concreto" de la teoría⁷⁸. Señala la imbricación existente entre la vida y los objetos técnicos: "Si existen normas biológicas, es porque la vida, al no ser sumisión al medio ambiente sino institución de su propio medio ambiente [...] pone valores no sólo en el medio ambiente, sino también en el organismo vivo" (p. 175). Un organismo, para Canguilhem, es aquel cuyos órganos no son exteriores entre sí; todos presentan una relación de inmediatez en la interioridad del cuerpo que constituyen. Esto le permite afirmar que, análogamente, "una sociedad es al mismo tiempo máquina y organismo" (Canguilhem, 2011, p. 199). Y es máquina, además de organismo, porque ciertos fines pueden ser planificados y ejecutados de acuerdo con un programa. Ese espacio de segunda naturaleza llega a ser un espacio de libertad en la medida en que puede ser intervenido en función de la consecución de determinados fines; y se es libre en la medida en que son conocidas y organizadas las condiciones de posibilidad de realización de esos fines.

El mismo filósofo define al mecanismo como consistente en partes interrelacionadas, cada una de las cuales posee un determinado grado de libertad. Son móviles, trabajan conjuntamente y periódicamente vuelven a asumir una serie de relaciones entre ellas. Distingue el mismo filósofo entre máquina y motor: en la primera los movimientos, medidos, son propagados pero no creados. Una máquina así definida no es totalmente autosuficiente, dado que debe recibir energía para su funcionamiento. Así es que mecanismos cinemáticos han debido ser impulsados por humanos y animales. Canguilhem argumenta que era fácil establecer la obvia analogía de comparar el movimiento de cuerpos animados con el de la máquina; en consecuencia, se asumía que sería posible llegar a construir, algún día, un autómat a imagen del animal humano. Es decir que para llegar a construir una "máquina viva" se consideraba necesario imitar un modelo preexistente natural: se trata de referir el artificio maquinico a una idea, y esa idea es el modelo natural respecto del cual se efectúa la copia. Canguilhem afirma que "la teoría del animal-máquina tendría, entonces, la misma relación con la vida que aquella otra relación que mantienen los axiomas con la geometría, esto es, nada más que el de ser una construcción racional".⁷⁹ Canguilhem arguye que las máquinas podrían ser consideradas como un órgano más de los seres humanos; de esta manera, la oposición estaría dada entre

Círculo para las Cuestiones Generales de la Tecnología dentro de la Sociedad Politécnica de la Asociación de Ingenieros de Rusia (VAI).

⁷⁵Como ya se ha señalado, no debe confundirse lo técnico con el trabajo; la noción errónea de considerar al objeto técnico como utensilio, puramente utilitario, proviene de entender la tecnicidad como parte del trabajo cuando, en realidad, el trabajo puede ser parte de la tecnicidad, que lo supera y abarca. No es esencial al objeto técnico el carácter utilitario. El funcionamiento operativo es la forma en que el trabajo es abarcado por la tecnicidad del objeto técnico.

⁷⁶Ure, Andrew (1778-1857). Físico escocés.

⁷⁷Capítulo del libro titulado *La Connaissance de la vie*. Este libro fue publicado en el año 1952.

⁷⁸Situación esta análoga a la concepción del proyecto de diseño sustancializado en etapas, siendo la etapa en la que se define el proyecto la que determina la forma de lo fabricado/construido.

⁷⁹Canguilhem, Georges. (1992 [1952]). *Machine and Organism*. Recuperado el 10 de enero 2014 de: http://monoskop.org/images/7/7d/Canguilhem_Georges_1952_1992_Machine_and_Organism.pdf

mecanismos cuyo propósito es manifiesto y aquellos otros cuyo propósito permanece latente: una herramienta o una máquina son órganos, y los órganos son herramientas o máquinas.

Fueron los etnógrafos, señala Canguilhem, quienes en Francia incorporaron líneas de investigación que referían a las de la orientación seguida por filósofos alemanes, consistentes en el estudio de las invenciones llevadas a cabo por los seres humanos basándose en las nociones de variación y de selección natural de especies expuestas por Darwin. Entre estos filósofos alemanes se encontraban Alard Du Bois-Reymond⁸⁰ y Oswald Spengler⁸¹, quienes incorporaban en sus teorías a las máquinas como parte de la táctica de la vida por abrirse camino. El análisis de Canguilhem del discurso científico es procesual e histórico; se centra en las interrelaciones conceptuales y, por lo tanto, en el contexto intelectual, en las nociones de discontinuidad y recurrencia. Esta reflexión une dos cuestiones: la relación, por un lado, entre la vida⁸² y las normas y, por otro, entre la vida y el conocimiento. Canguilhem expone un proyecto de la historia de las ciencias de la vida definido por límites estrictos y condiciones de posibilidad, es decir, una historia del ser vivo que pone en cuestión la vida. Este proyecto epistemológico e historiográfico se concentró en una concepción de la vida y el conocimiento como correlativos.

Las definiciones de *outil* y de *instrument* que ofrece Canguilhem se relacionan con aquella otra ofrecida por Simondon de los dos modos fundamentales de relación del ser humano con el hecho técnico, a saber:

- *Objeto de uso*: "El saber técnico es implícito, no se reflexiona, pertenece a la costumbre".
- *Objeto de estudio*: corresponde a una "toma de conciencia y a una operación reflexiva [...] de conocimiento racional elaborado por las ciencias" (Simondon, 2008, p. 105).

Se trata de dos posturas que coexisten en la sociedad y que, planteadas de esta manera, resultan incompatibles entre sí. En los años inmediatamente posteriores a la Segunda Guerra Mundial, el clima intelectual se oponía al conocimiento (científico) de la vida; la acusación recíproca era el intelectualismo (la destrucción de la vida por el conocimiento racional) y el misticismo (la vida como una energía ciega, mecánica e ignorante). Canguilhem rechaza la afirmación de que el conocimiento científico destruye la vida, y afirma que el conocimiento científico es una extensión de la técnica y del arte. En "*Machine et organisme*" aborda la problemática de las relaciones entre técnica y ciencia y argumenta que los fenómenos técnicos son antiguos, originales y más fundamentalmente ontológicos que cualquier contraparte dentro del ámbito científico⁸³. Una vez más, se desarrolló el razonamiento contra la tradición interpretativa de los filósofos mecanicistas y biólogos, que suponían que cualquier problema entre la técnica y la ciencia se había resuelto a través de la relación máquina-organismo. Canguilhem sostiene que esa técnica nunca debe considerarse como un subproducto de la aplicación lógica o cronológica de la ciencia.

Al igual que Georges Canguilhem, Lucien Febvre⁸⁴ desarrolla una crítica al determinismo mecanicista enraizada en el concepto de los géneros de la vida (no solo humanos) y su interacción creativa con el entorno. Siete años después de fundar su revista, Bloch y Febvre publicaron un número especial titulado *Les techniques, l'histoire et la vie*, en el cual adaptaron su enfoque histórico a la era técnica de la década de 1930 con el fin de demostrar su utilidad para los centros de toma de decisiones económicas. Fue así que Bloch y Febvre se rodearon de líderes de la jerarquía administrativa internacional y el mundo de los negocios. *Febvre*

⁸⁰Alard Du Bois-Reymond (1860-1922). Médico y fisiólogo alemán; descubrió y estudió el potencial de acción nervioso. Desarrolló la electrofisiología experimental.

⁸¹Spengler Oswald (1880-1936). Filósofo alemán conocido, principalmente, por su obra *La decadencia de occidente*.

⁸²Aquí la vida no es solo un concepto, sino principalmente una cuestión filosófica. Esto requiere un distanciamiento de las filosofías alemanas de finales del SXIX (Lebensphilosophien), así como de las soluciones positivistas o fiscalistas derivadas de Auguste Comte en el primer cuarto del siglo XIX.

⁸³Descartes, en su tratado de 1648 *La descripción del cuerpo humano*, defiende la idea de que "el cuerpo obedece al alma solo con la condición de estar mecánicamente predispuesto para hacerlo" (Canguilhem 2008, p. 86). Continuando con este razonamiento, Descartes enfatiza que, por otro lado, "cuando todos los órganos corporales están dispuestos para algún movimiento, el cuerpo no necesita del alma para producir ese movimiento" (Descartes, 1648, citado en Canguilhem 2008, p. 86). En este sentido, Canguilhem invierte la ecuación cartesiana en cuanto a la relación entre la máquina y el organismo cuando sostiene, junto con Raymond Ruyer, que las máquinas no producen maquinaria; por el contrario, pueden considerarse órganos de la especie humana. Al igual que con los inventos técnicos más antiguos, como los ejes y las flechas, las máquinas son órganos y los órganos son herramientas o máquinas. En consecuencia, no hay oposición entre el mecanismo y el finalismo: "El problema de las relaciones entre la máquina y el organismo generalmente se ha estudiado solo en una dirección: casi siempre, el intento ha sido explicar la estructura y función del organismo sobre la base de la estructura y la función de una máquina ya construida. Rara vez alguien ha intentado comprender la construcción misma de la máquina sobre la base de la estructura y la función del organismo" (traducción propia de Canguilhem, 2008, p. 75-76).

⁸⁴Febvre, Lucien (1878-1956). Historiador francés, desempeñó un rol fundamental en el establecimiento de la escuela de los Annales, la que fundó en 1929 junto a Marc Bloch.

sostenía la idea de que el artesano que modifica su entorno físico también se obliga a transformar el entorno social, y así se transforma a sí mismo.

Leroi-Gourhan propuso, hacia el año 1930, la teoría de que los objetos técnicos poseen su propia categoría taxonómica universal, similar al *phylum* empleado en el reino animal. Es decir que este *phylum* técnico, en tanto universal, atraviesa la totalidad de culturas sin ser dependiente de ellas. Leroi-Gourhan “*est frappe*”⁸⁵ por este hecho que corroboró en sus viajes de estudio a distintos puntos del globo⁸⁶. De hecho, en la introducción de *El hombre y la materia* afirma que “el determinismo técnico es tan fuerte como el de la zoología” (1988, p. 14). Señala, además, que es necesario ser precavido con el uso de las tendencias generales para establecer previsiones dado que, si bien estas tendencias generales pueden dar lugar al establecimiento de lazos de parentesco entre objetos técnicos originados en distintos lugares, no debe perderse de vista el hecho de que estos son únicos. La tendencia “tiene un carácter inevitable, previsible, rectilíneo” (p. 24), mientras que el hecho es de carácter particular e imprevisible. Así entonces, tendencia y hecho son los dos aspectos (el primero abstracto y el segundo concreto) que marcan el proceder del determinismo evolutivo; concepción esta que identifica al ser humano con los productos de su intelecto y con las operaciones manuales⁸⁷. La cultura técnica resulta inseparable de la naturaleza humana al constatar, este etnólogo, que la evolución del ser humano ha sido orientada fuera de su persona, mientras que en los animales, la evolución es exclusivamente interna.

Por su parte, De Gregori⁸⁸, quien afirma que la tecnología es una herramienta, reconoce que “los seres humanos a menudo comprobamos que cuando resolvemos un problema simultáneamente creamos otro” (1988). Este abogado argumenta que el progreso humano se genera por la creación de problemas pequeños a partir de otros mayores. Es decir que la técnica sirve para crear problemas nuevos y más pequeños (por ende, más fáciles de controlar) a partir de otros más grandes. El autor entiende la tecnología —un complejo formado por la dinámica de la cultura y el uso de herramientas— como un medio de adaptación al entorno⁸⁹: es un proceso ideativo; es conductista, dado que las habilidades para usar las herramientas son formas de la cultura humana; como ideas o artefactos, se transmite a través de la cultura humana; es acumulativa y combinatoria; es un proceso interactivo; el cambio tecnológico es un proceso acelerativo y tiene consecuencias a largo plazo; promueve el cambio cultural; se adapta a nuevas circunstancias; el aislamiento político tiende a hacer más lenta su evolución, etc.

Entre quienes reconocen el carácter instrumental de la tecnología podemos citar a Carl Mitcham (1989), quien distingue entre considerarla como *genitivo objetivo* y como *genitivo subjetivo*. En el primer caso, es tema de estudio de la filosofía, afirma el autor; mientras que en el segundo, es objeto de análisis de los ingenieros o tecnólogos. En este último grupo, es decir, el de la filosofía de la tecnología ingenieril, Mitcham reconoce su origen en los planteos de Isaac Newton para explicar el mundo en términos maquímicos, incluyendo los trabajos de Robert Boyle⁹⁰ (nombrado por sus contemporáneos como “el restaurador de la teoría mecánica”) dentro de este grupo.

Jacques Lafitte señala que las máquinas están integradas en el ser humano. Hace esta afirmación en un texto escrito antes de 1932, por lo que bien podría ser considerado como uno de los primeros posthumanistas o humanistas tecnológicos. Bertrand Gille⁹¹ construye una historia de sucesiones de

⁸⁵Stiegler, Bernard. (1998). *Leroi-Gourhan: L'inorganique organicé*. Recuperado el 15 de diciembre de 2014, de http://mediologie.org/cahiers-de-mediologie/06_mediologues/stiegler.pdf

⁸⁶Lewis Mumford no comprende las afirmaciones de André Leroi-Gourhan por sostener una definición de tecnología en la cual los objetos simples quedan excluidos de ella. Así entonces, este autor puede afirmar que “por ser tan obvia la necesidad de herramientas en el hombre, debemos precavernos contra la tendencia a sobrestimar el papel de las herramientas de piedra cientos de miles de años antes de que llegaran a ser funcionalmente diferenciadas y eficientes”. Queda excluida de su definición de *tecnología* cualquier relación que implique la individuación del ser humano en relación con la concretización del objeto tecnológico: “Pese a las pruebas en sentido contrario aportadas por R. U. Sayce, Daryll Forde y André Leroi-Gourhan, [pruebas del proceso de individuación humano en relación con la concretización de los objetos tecnológicos; pruebas de la relación entre humanos y aquellos seres que Stiegler denominará “inorgánicos organizados”, y pruebas de la existencia de un *phylum* tecnológico] todavía se tiende a identificar las herramientas y las máquinas con la tecnología: a sustituir la parte por el todo” (Mumford, Lewis (2010) *El mito de la máquina. Técnica y evolución humana*. Logroño: Pepitas de Calabaza. P. 11).

⁸⁷Este determinismo pasa por alto el hecho de que en una sociedad cualquiera, en cualquier momento de su evolución, coexisten innumerables etapas, y que no existe relación unívoca entre tendencias y hechos. De este modo, las sociedades no son única y específicamente de un determinado tipo, sino que asumen comportamientos más o menos coherentes según las circunstancias y los intereses de manera análoga a como sucede con la operación de diseño; todos esos comportamientos (pueden ser disímiles, hasta antagónicos o mutuamente excluyentes entre sí) conviven en la operación y mantienen un mayor o menor sincronismo entre ellos.

⁸⁸De Gregori, Tomas Watt (1861-1933). Abogado estadounidense.

⁸⁹Su caracterización de la tecnología, como herramienta, se extiende a treinta ítems.

⁹⁰Boyle, Robert (1627-1691). Filósofo de la naturaleza, químico, inventor y teólogo, irlandés.

⁹¹Gille, Bertrand (1920-1980). Historiador de la filosofía, francés.

sistemas técnicos encadenada por el mundo material, entablando relaciones con otros sistemas, más allá de lo técnico. Por su parte, como se ha señalado, André Leroi-Gourhan⁹² reconoce la existencia de una tendencia técnica universal que entra en conflicto con los sistemas locales. Simondon supera la explicación que el modelo hilemórfico-intencionalista ofrece sobre la actividad técnica (consistente en dar una forma a una materia inerte según una finalidad conocida por el ser humano) y reflexiona sobre la operación de individuación y de concretización en función de las relaciones entre acción, pensamiento, forma, materia, energía e información. Bruno Latour, por su parte, estudia la condición mediadora de la tecnología en nuestras sociedades, en donde lo técnico es constitutivo de lo social: la teoría del actor-red desarrollada por Latour considera a los humanos (como a los no humanos) y los discursos como actores equivalentes en las redes que se establecen en la producción de conocimiento. Por lo tanto, un actante en la red es aquel o aquello que realiza una actividad consistente en entrelazar heterogeneidades redefiniendo aquello de lo que está hecha la red. Bernard Stiegler, a partir de estudiar el mito de *El pecado de Epimeteo*, muestra que la desorientación del ser humano es originaria y que su historia es la historia del proceso de exteriorización de la técnica. Pero por más de que los orígenes de la técnica y del ser humano sean comunes, y de que estos sean impensables el uno sin el otro, y al ser la técnica el destino del ser humano, este pensador francés reconoce que suele percibirse como opuesta a lo humano.

Se han expuesto algunos ejemplos de teorías sobre la relación entre seres humanos y operaciones técnicas con el fin de dar cuenta de esta problemática. La oposición entre cultura y técnica resulta del hecho de que el objeto técnico está asimilado a la máquina y esta es concebida únicamente como sustancializada; pero cada máquina no es una unidad absoluta y cerrada, sino solo una realidad técnica que opera individuación, que está abierta a relacionarse con seres humanos y con otros objetos técnicos. Simondon se percata de que si la máquina reemplaza al ser humano, esto sucede porque, aun antes de la existencia de la máquina, el ser humano se comportaba como tal, es decir, como una máquina: "La máquina toma el lugar del hombre, porque el hombre cumplía una función de máquina, de portador de herramientas" (2008, p. 37). El mismo filósofo expone una teoría en la cual destierra la idea de genio inventor⁹³, y lo hace como consecuencia de cuestionar la noción de *artefacto* signada por la intencionalidad de un sujeto que funda y clausura un tipo de objeto técnico en un solo acto inventivo, dado que "el inventor no procede *ex nihilo* a partir de la materia a la que da una forma, sino a partir de elementos técnicos, a los que se descubre un ser individual susceptible de incorporarlos" (Simondon, 2008, p. 94).

Hay teorías que establecen una división jerárquica entre lo natural y lo artificial, otorgándole a lo natural un lugar ontológicamente superior a lo artificial. La primera vertiente en esta línea de pensamiento⁹⁴, que prevalece hasta la época moderna, refiere a la distinción clásica entre artes mecánicas y artes liberales. La segunda de las vertientes del argumento apela a la falta de identidad ontológica de los objetos artefactuales. Hay teorías que afirman que los artefactos son simples herramientas al servicio de los seres humanos. Se trata de una concepción artefactual o instrumentalista de la tecnología, la cual plantea que un artefacto no es bueno ni malo por sí mismo; su valor depende más bien del uso que los seres humanos hacen de él, y por consiguiente, la responsabilidad por las consecuencias de su uso recae directamente sobre los sujetos que lo usan, no sobre los artefactos mismos. Hay otras teorías que sostienen que los artefactos, la mecanización y las máquinas, en especial las modernas, no solo son inherentemente políticas, sino que además son herramientas para mantener y defender determinadas estructuras de poder y dominación sobre la naturaleza y sobre los seres humanos. La función de la filosofía de la técnica sería denunciar ese estado de cosas (Ellul, Habermas, Heidegger, Horkheimer y Adorno, Mumford).

Aquí se sostiene que los objetos técnicos son partes indiscernibles de la cultura y, en cuanto tales, posibilitadores y constituyentes de esa cultura. Quien se desempeña realizando intercambios de información con las máquinas, y relacionando máquinas entre ellas, es capaz de llevar a cabo la tarea de introducir la conciencia de la naturaleza de las máquinas en la cultura; de sus relaciones mutuas, de sus relaciones con el ser humano y de los valores implicados en esas relaciones. No debe confundirse lo técnico con el trabajo; la noción errónea de considerar al objeto técnico como utensilio puramente utilitario proviene de entender la tecnicidad como parte del trabajo cuando, en realidad, el trabajo puede ser parte de la tecnicidad, que lo

⁹²André Leroi-Gourhan (1911-1986). Etnólogo, arqueólogo e historiador francés, doctor en humanidades y doctor en ciencias.

⁹³Bertrand Gille, en su *Introducción a la historia de las técnicas* (1999), critica la teoría de los círculos concéntricos y lleva a cabo esta tarea desarrollando una teoría que desvincula a las producciones técnicas de determinados centros socioculturales considerados "más evolucionados" que sus respectivas periferias.

⁹⁴En el mundo latino, las artes liberales conformaban el *trivium* (gramática, retórica y dialéctica) y el *quadrivium* (aritmética, geometría, música y astronomía); el calificativo *liberales* refiere a que las practicaban hombres libres, es decir, hombres dedicados al trabajo puramente intelectual, y no físico, que exigían el uso de las facultades superiores del alma humana. De manera opuesta, las artes mecánicas se consideraban puramente físicas y practicadas por esclavos. De ahí que se conocieran también como artes serviles.

supera y abarca. No es esencial al objeto técnico el carácter utilitario. El funcionamiento operativo es la forma en que el trabajo es abarcado por la tecnicidad del objeto técnico.

La alienación se encuentra en el desconocimiento de la naturaleza de la máquina, y no por la máquina misma. Las máquinas abiertas, con un grado de indeterminación que le permitan recibir información del exterior, presentan un mayor nivel de tecnicidad. Esta, antes que referir a distintos aparatos, remite a prácticas en las que la invención desempeña un rol preponderante en relación con el mundo. Es gracias a este nivel de indeterminación que el ser humano puede informar a las máquinas y organizar sociedades de objetos técnicos y humanos; perpetúa la invención de estas. Las computadoras y las máquinas para fabricación digital no son puros autómatas. Se trata de seres técnicos que poseen vastísimas posibilidades de conmutación en sus procesadores, que permiten codificar sus funcionamientos restringiendo márgenes de indeterminación en vistas al cumplimiento de algún fin. A través de ese margen de indeterminación, y no por los automatismos, las máquinas pueden ser agrupadas en conjuntos coherentes e intercambiar información unas con otras por medio de un coordinador, que es el intérprete humano. Incluso cuando el intercambio de información es directo entre dos máquinas [...] el hombre interviene como ser que regula el margen de indeterminación a fin de que se adapte al mejor intercambio de información posible (Simondon, 208, p. 34).

Los diseñadores asumen una responsabilidad colectiva ineludible en relación con su producción y con las consecuencias esperadas e inesperadas de su uso. Como consecuencia, una de las finalidades de la teoría de la operación de diseño (ámbito en el cual se inscribe el presente trabajo) es identificar y analizar los diferentes modos en que los esquemas de las operaciones de diseño se configuran⁹⁵.

En el presente trabajo, no se seguirá la distinción formulada por Mitcham, sino que se hará referencia a las posturas asumidas por filósofos, sociólogos, antropólogos, ingenieros, abogados, diseñadores, arquitectos y técnicos, quienes han teorizado sobre constituciones de identidades relacionadas al tratar el problema de los objetos técnicos y los seres humanos en el ámbito de la filosofía de la técnica. Tampoco se considerará la tecnología como ciencia aplicada, es decir, como eslabón entre la ciencia y la producción de artificios demandados por la sociedad. Aquí se asume que la tecnología fundamenta sus saberes en datos problemáticos propios, distintos de los de la ciencia; que influye con fuerza sobre conceptos de la ciencia, llegando a modificarlos, y que existen conocimientos propios dentro del ámbito tecnológico. No se niega la relación entre ciencia y tecnología, pero aquí no se subordina la segunda a la primera.

La operación de diseño, entendida como operación técnica, y como objeto técnico, brinda la posibilidad de relacionar al ser humano con el mundo al desempeñarse como nexo entre los planes y las condiciones de realizabilidad de estos; pero también sitúa al ser humano frente a su propia naturaleza de ser intencional, de ser que puede organizar sus actividades teleológicamente, dado que el funcionamiento operativo del objeto técnico supone un acto de invención por parte del ser humano que con él se relaciona.

2.9. Condición orgánica del universo, artefactos y concretización de los objetos técnicos

El vocablo *objeto* deriva del latín *obiectus*, que está formado por el prefijo *ob-* (“sobre”, “encima”) y el verbo *iacere* (“lanzar”, “tirar”). A diferencia de la palabra *objeto*, *abyecto* deriva del vocablo latín *abjectus*, en el que el prefijo *ab-* denota separación o alejamiento. Entonces, en función de la etimología, podemos decir que a los abyectos los alejamos de nuestra presencia, mientras que el *obiectus* es situado al alcance de alguna presencia. *Proyecto*, por su parte, deriva de *proiectus*, formado por el prefijo *pro-* (“hacia delante”) e *iacere*, cuyo significado ya ha sido explicitado.

Artefacto deriva de las palabras latinas *ars* o *artis* (“destreza” y “habilidad”) y *factus* (“hecho”). Este vocablo designa objetos cuya fabricación requiere distintos tipos de habilidades y destrezas. Es importante notar que el término latino *ars* engloba tanto a las artes como a las técnicas. En la *Enciclopedia de Ciencia y Tecnología de Argentina* es posible encontrar caracterizaciones de *artefacto*⁹⁶. Según su función y estructura, se los caracteriza de la siguiente manera:

- Están formados por partes, cada una de las cuales puede construirse por separado.
- Cada parte tiene una o más funciones, aunque su combinación usualmente genera funciones nuevas de nivel superior. Un rasgo esencial de los artefactos es que las funciones de cada una de las partes debe contribuir a la realización de su función como un todo.
- Las partes están relacionadas entre sí.
- Son obra humana.
- Son objetos materiales, no ideas.
- Son desplazables, lo que los diferencia de los edificios y otras construcciones como represas, vías ferroviarias y caminos.

⁹⁵Una investigación posterior debe estudiar en qué medida estos esquemas de operaciones de diseño posibilitan y constituyen una cultura.

⁹⁶<https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Artefacto>

- Cumplen una función práctica, estética o simbólica.
- Su construcción es deliberada, aunque no siempre precedida de un diseño racional eficiente, ya que pueden ser el resultado casual de un proceso de ensayo y error.
- Su función no es la de ser consumidos, como el caso de los alimentos o de una vela. Es decir, no son bienes fungibles. Desde el punto de vista funcional, esto equivale a decir que su función es perdurable o repetible en el tiempo.

Para conocer las teorías de la ontología que pueden dar cuenta de la operación de individuación de los objetos creados, con el fin de arrojar luz sobre procesos de puesta en forma, es necesario conocer los orígenes de los modelos que han servido para explicar las producciones materiales.

Mucho antes de perfilar la idea de naturaleza, los griegos consideraron las cosas del mundo desde una perspectiva tal que ninguna de ellas podía estar separada del resto, sino como un todo ordenado en relaciones por las cuales cada cosa encontraba su posición y sentido. Se denomina a esta posición *orgánica*, porque las partes son consideradas como miembros de un todo.

A diferencia de dicha concepción orgánica de las cosas del mundo, por *caos primigenio* se entendía, a partir de relatos cosmogónicos griegos, en la filosofía preclásica y clásica, al conjunto indistinguible de todas las cosas en un mismo lugar y tiempo. El término procede del griego antiguo *Χάος*, que significa "espacio que se abre". En realidad, se trataba de una no-existencia, una realidad potencial antes que tácita, y no de un caos propiamente dicho, porque la idea de caos requiere la existencia de algo.

La pregunta que se hicieron los pensadores griegos consistió en determinar cómo, a partir del caos primigenio, se originó el mundo. Esta pregunta ha sido, también, el punto de inicio para reflexionar sobre la técnica, ya que fue necesaria una primera técnica que diera cuenta de la separación de los elementos y una segunda técnica de conformación de las cosas.

Lo significativo de la Grecia Antigua no fue que la ciencia se hiciera lugar frente a la teología, ni que la voluntad de los dioses fuera reemplazada por fuerzas naturales, sino que los mitos fueran sustituidos por teorías razonadas y que el dogma dejara espacio a la razón. Jonathan Barnes señala que "aunque los predecesores de Aristóteles no estudiaran el arte del raciocinio, fueron expertos en su práctica; aunque no fueran lógicos, fueron pensadores profundos y poderosos" (1992, p. 9). Tales de Mileto, por ejemplo, debió resolver problemas que hoy calificaríamos como de carácter ingenieril. Se trataba de aplicaciones de saberes a casos prácticos, en los que no se buscaba conocer los elementos como principios, sino la mejor manera de aplicar principios físicos para resolver problemas prácticos. La distinción entre *técnica* y *epísteme*, como se deduce de lo expuesto al inicio del presente apartado, es posterior a estos pensadores de la Grecia Antigua.

En el *Timeo*, Platón da cuenta de cómo se genera el movimiento desde el caos primigenio hacia la distinción de las cosas. El demiurgo, el artesano del mundo, toma de la mezcla primigenia y separa las distintas porciones que definirán las cosas proporcionalmente según reglas matemáticas. Hay una técnica de separación, pero hay otra de composición y construcción de las cosas. Hay técnicas realizadas por agentes que no llevan a cabo actividades manuales, sino que son conocedores de saberes que podrían denominarse teóricos, a diferencia de los prácticos (como impulsar la nave o construirla). En Platón no hay confrontación entre naturaleza y acto de creación, como sí plantea Aristóteles, quien distingue entre *Φυσις* (*physis*) y *ποίησις* (*poiesis*, que encuentra la finalidad del hacer fuera de sí mismo, en un objeto diferente al hacer mismo).

Aristóteles, en *Ética nicomáquea*, sostiene que existen, al menos, cinco procesos que el alma racional realiza: 1) ciencia o conocimiento científico (*ἐπιστήμη*); 2) técnica (*τέχνη*); 3) política (*Φρόνησις*); 4) inteligencia (*νοῦς*) y 5) sabiduría, que tiene que ver con la virtud. *Phrónesis* (*Φρόνησις*) es entendida como la capacidad de establecer cuál es la norma adecuada para una situación determinada, de modo que la regla hace un todo con su aplicación. *Orthós logos* (*ὀρθός*: "correcto"; *λόγος*: "razonamiento", "argumentación", "estudio"): es entendido como "discurso correcto" y establece una relación recíproca con la *phrónesis*.

La *phrónesis* en general y la disposición a inventar requieren:

- Golpe de vista para poder valorar situaciones disímiles en el transcurso de la circunstancia y
- velocidad de reflejos, que permitirá elegir el momento justo para llevar a cabo una acción dentro de una circunstancia contingente.

En tanto opiniones y creencias compartidas por una comunidad, los *éndoxa* (*ἐνδοξα*) constituyen una suerte de umbrales entre los cuales se despliega la vida social conforme los hábitos consolidados e implícitos; y es en cercanía de esta zona que la operación de diseño se desarrolla.

La filosofía posterior a la sofística —y en consecuencia, desde aquel entonces, todo el pensamiento occidental— contrapuso *τέχνη* (*techné*) a *ἐπιστήμη* (*epísteme*), y ha sido en este ámbito en el cual se ha desarrollado la discusión sobre la naturaleza de los entes técnicos. El ser técnico, respecto del natural, es reconocido como inferior, lo que le ha permitido a Aristóteles afirmar:

192b Algunas cosas son por naturaleza, otras por otras causas. Por naturaleza, los animales y sus partes, las plantas y los cuerpos simples como la tierra, el fuego, el aire y el agua —pues decimos que estas y otras cosas semejantes son por naturaleza. Todas estas cosas parecen diferenciarse de las que no están constituidas por naturaleza, porque cada una de ellas tiene en sí misma un principio de movimiento y de reposo, sea con respecto al lugar o al aumento o a la disminución o a la alteración. Por el contrario, una cama, una prenda de vestir o cualquier otra cosa de género semejante, en cuanto que las significamos en cada caso por su nombre y en tanto que son productos del arte, no tienen en sí mismas ninguna tendencia natural al cambio; pero en cuanto que, accidentalmente, están hechas de piedra o de tierra o de una mezcla de ellas, y solo bajo este respecto, la tienen. Porque la naturaleza es un principio y causa del movimiento o del reposo en la cosa a la que pertenece primariamente y por sí misma, no por accidente. (Física, Libro II).

Las definiciones dominantes de la técnica están atravesadas por las concepciones provenientes de la metafísica⁹⁷, en las que se distingue al ser humano del ser técnico, oponiéndolos o disponiéndolos en naturalezas distintas entre las cuales se establecen cambiantes relaciones de dominio y sumisión.

Pero existen otras aproximaciones al problema de la producción de objetos técnicos. En estas se identifican, en la materia misma, aportes de singularidad a la forma, y se relativiza la participación humana en la operación. Frente a los enfoques dualistas de control centralizado en la idea que define la forma que deberá adquirir el material, estas teorías le otorgan un rol relevante a la materia. De hecho, reconocen que muchas operaciones técnicas son realizadas sobre la materia antes de que esta sea utilizada para conformar un objeto técnico. Es decir, la materia no es inerte, está informada: "El esquema cultural de oposición de la materia y de la forma, que supone la pasividad de la materia, es muy pobre frente a la valorización de la materia que resulta de las operaciones técnicas" (Simondon, en Blanco *et al.* 2015, p. 31). La noción de *diseño*, que sitúa en la parte superior de un orden jerárquico a un agente intencional cuya producción corresponde a ideas representadas en algún tipo de soporte, es relativizada cuando es observada en los términos de estas teorías.

Simondon caracteriza al individuo técnico como una resolución parcial de un juego de tensiones dentro de un sistema. Este filósofo francés distingue entre el carácter objetivo del objeto técnico y su carácter objetual, ambos en perfecta coherencia. En el primer caso, se capta la realidad del objeto independientemente de las instancias que motivaron su producción y de su utilización; mientras que en el segundo, se hace referencia a la separación del operador humano inicial y queda liberado este objeto en el ámbito social.

Asimismo, Simondon enfatiza en el concepto de *individuo técnico* (objetivo) su modo de existencia, antes que su intencionalidad, que su uso o contexto de producción. **No necesariamente un objeto técnico debe tener un propósito para existir como tal; su evolución está marcada por su existir, antes que por sus fines:** "Conviene entonces separar a las técnicas de la utilidad de las técnicas" (Simondon en Blanco *et al.* 2015, p. 25). Pero el objeto técnico sí puede incidir en el medio, iniciando una transformación que puede llegar a repercutir con distinto grado en las especies vivientes, entre las cuales se encuentra el ser humano. El objeto técnico industrial no es tal o cual cosa dada *hic et nunc*, sino aquello de lo cual existe *génesis* y que se halla relacionado con un entorno humano y no humano. Los objetos que dependen de un ser humano para subsistir no entran dentro de la clasificación de objeto técnico ofrecida por Simondon: "El objeto que solamente está asociado a la vida o al pensamiento no es objeto técnico sino utensilio o aparato. No existe consistencia interna, porque no existe medio asociado que instituya una causalidad recurrente" (2008, p. 81).

La individuación, para este filósofo francés, no se centra únicamente en lo humano, sino que se presenta en gradientes que se extienden desde el mundo físico hasta el psíquico. La operación de individuación de un objeto técnico se denomina *concretización* y relaciona a la actividad del ser humano (artificial) con lo natural. Al operar su concretización, el objeto técnico desarrolla una mayor coherencia interna que repercute en una mejor capacidad para relacionarse con su medio natural. Es en este incremento de posibilidades de relación con el medio natural, consecuencia de la optimización de su funcionamiento, que Simondon reconoce un comportamiento del objeto técnico similar a los sistemas naturales: el objeto se aleja de su carácter artificial a medida que incrementa su capacidad de intercambiar información con aquello que

⁹⁷La metafísica (del latín *metaphysica*, y este del griego μετὰ [τὰ] φυσικά, "más allá de [la] naturaleza") perteneciente a la filosofía, estudia la naturaleza, la estructura, los componentes y los principios fundamentales de la realidad. Denominados *physis*, antes del advenimiento de la ciencia moderna, problemas que hoy son tratados por las ciencias naturales eran estudiados por la metafísica bajo esta denominación. La ontología (del griego οντος "del ente", genitivo del participio del verbo εἶμι "ser, estar"; y λόγος "ciencia, estudio, teoría") es una rama de la metafísica que estudia lo que hay. Los primeros en utilizar el término *metafísica* fueron los discípulos de Aristóteles para referirse a lo que su maestro denominaba "filosofía primera". El primero en usar el término "ontología" en sentido filosófico fue el filósofo alemán Jacob Lorhard en su obra *Ogdoas Scholastica* (1606), entendiéndolo por *ontología* a la filosofía del ente.

lo rodea. Es esta condición del objeto técnico la que habilita a Simondon a realizar un análisis desde un enfoque natural, antes que artificial.

La conclusión anterior sobre la manera correcta de hacer los diseños a partir de las relaciones entre las constricciones del medio y los requerimientos funcionales del objeto técnico que debe ser diseñado ha llevado a distintos filósofos de la técnica y antropólogos a tratar con analogías entre la morfogénesis que rige la conformación de la forma en el plano artificial y la que rige la conformación de la estructura orgánica en los seres vivos. Las referencias al orden que impone la selección natural, desde esta teoría del diseño de objetos técnicos, son necesarias para sostener esta postura teórica. Pero los filósofos y antropólogos que sostienen este discurso concerniente a la morfogénesis de los linajes técnicos "procuran mostrar que la fuente del orden en los diseños de los organismos [vivos] no puede provenir exclusivamente de la selección natural" (Parente, 2016, p.119). Es decir que los elementos que intervienen en la construcción misma del organismo inciden en el orden de su estructura, como lo hacen las constricciones del medio.

Simondon ejemplifica el concepto de *objeto técnico óptimo*, en su asimilación al orden natural, con el funcionamiento de una turbina Guimbal. El ingeniero Jean Marie Guimbal⁹⁸ se sirvió del flujo de agua tanto para suministrar energía al generador como para disipar el calor generado en las piezas mecánicas y electromecánicas de la misma turbina. Es decir, que esta turbina alcanza una *performance* óptima cuando es introducida en el medio, o sea, en el flujo de agua. A mayor velocidad del flujo de agua, mayor generación de energía y mayor disipación de calor. El medio en el cual se encuentra la turbina es condicionado por esta y viceversa. Ambos, medio y objeto técnico, operan un proceso de concretización en busca de un funcionamiento óptimo. Y la turbina no es el resultado únicamente de la aplicación de leyes de la ciencia (concepción ingenua, utilitarista, de la tecnología), sino que su creación está mediada por la invención, por el diseño.

La invención, para Simondon, se lleva a cabo en una zona intermedia entre lo *concreto* y lo *abstracto*⁹⁹, que es el nivel de los esquemas, que provee la imaginación. Esta no solo consiste en inventar o suscitar representaciones por fuera de las sensaciones, sino también en la habilidad para percibir en los objetos determinadas cualidades que no se relacionan ni con la pura materia ni con la pura forma, sino que se encuentran en un nivel intermedio de esquemas. Deviene de la relación entre objeto técnico (diseñado) y medio, entonces, un medio asociado:

Esta individualización es posible por la recurrencia de la causalidad en un medio que el ser técnico crea alrededor de sí mismo y que lo condiciona tanto como se ve condicionado por él. Este medio, a la vez técnico y natural, se puede denominar medio asociado. (Simondon, 2008, p. 78).

La definición aquí presentada de *objeto técnico* como relación supera y abarca la de *artefacto*: aquí se considerarán constitutivas de un objeto como técnico (además del hecho de haber sido inventado, diseñado y "hecho con arte") las estructuras y los mecanismos que le permiten asociarse con su medio. Este es denominado por Simondon *medio asociado* y es creado junto con el objeto técnico, estableciendo relaciones que tienden a la armonía entre estos dos sistemas.

Si el medio no operase individuación en relación con el objeto técnico, podrían darse fenómenos de *hipertelia*. Este concepto es utilizado en el ámbito de la biología para dar cuenta del desarrollo excesivo de un órgano en relación con los órganos del resto del organismo del cual forma parte. La hipertelia, en el planteo de la operación de individuación de los objetos técnicos de Simondon, se da cuando un objeto técnico está vinculado y especializado con respecto a un estado en particular de un determinado medio; si ocurriese una alteración en ese medio, el objeto técnico no podría responder en consecuencia y devendría en funcionamientos indeseados. La hipertelia es un tipo de adaptación del objeto técnico al medio; busca compatibilizar el medio geográfico con el medio técnico. Por *medio geográfico* Simondon entiende al contexto geográfico, pero también artificial (construido), en el que el objeto técnico deberá desempeñarse. Se trata de compatibilizar mundos —el técnico y el natural— que no son necesariamente compatibles de manera completa: "El objeto técnico está determinado de una cierta manera por la elección humana que intenta realizar lo mejor posible un compromiso entre ambos mundos" (Simondon, 2008, p. 74); y en esa "elección humana" reconocemos, en el presente trabajo, a la operación de diseño.

⁹⁸Guimbal, Jean Marie Claude (1920-2013). Profesor de Electrotécnica y de Física en L'Ecole des mines de Saint-Etienne. Diseñó, calculó e instaló turbinas en distintas represas con el fin de generar energía eléctrica.

⁹⁹Aquí se hará referencia a operación abstracta cuando cada instancia sea considerada en su individualidad aislada, acabada e independiente. En la operación abstracta, cada instancia interviene en un determinado momento del ciclo y puede presentarse de manera aislada, definida (cada instancia) por su función completa y única, cumpliendo su función propia, dado que es como un instrumento perfectamente completo y acabado. Por el contrario, cuando se lleva a cabo una convergencia de funciones en una unidad estructural, se está haciendo referencia a una operación concreta. En la operación de diseño concreta, una función puede ser cumplida por varias estructuras asociadas, mientras que en la operación técnica abstracta cada estructura (que se identifica con una instancia) se encarga de cumplir con una función definida.

Así se llega entonces al concepto de *tecnicidad* como relación, que antes de ser un asunto de los objetos técnicos, es una de las modalidades fundamentales de la relación del ser humano con el mundo. La tecnicidad, antes que referir a distintos aparatos, lo hace a prácticas en las que la invención desempeña un rol preponderante en relación con el mundo. La técnica no es un contexto material, sino un acto, como un aspecto más de la relación entre el ser humano y su medio: "El hombre estimula a su medio introduciendo en él una modificación; esta modificación se desarrolla, y el medio modificado propone al hombre un nuevo campo de acción que exige una nueva adaptación y suscita nuevas necesidades; la energía del gesto técnico, que se abrió camino a través del medio, vuelve sobre el hombre y le permite modificarse y evolucionar" (Simondon, en Blanco *et al.*, 2015, p. 24). Si la cultura es aquello por lo cual el ser humano regula su relación con el mundo y consigo mismo, el objeto técnico es el primer objeto desprendido del mundo, porque el mundo es una unidad, un medio más que un conjunto de objetos. La tecnicidad, entonces, forma parte del mundo; no consiste únicamente en un conjunto de medios, sino que también presenta una serie de condicionamientos para la acción y de incitaciones para actuar.

A algunos objetos técnicos, y en determinadas condiciones, el fenómeno de la hipertelia no los afecta, es decir que estos objetos se sirven de algunas de sus características para afrontar los cambios en el medio y para relacionar medio técnico con medio geográfico. En otros casos, el objeto técnico debe actualizar su forma a las circunstancias. En todos estos, es factible reconocer posibilidades para que pueda actuar el diseñador en la definición de las relaciones entre objeto técnico y medio geográfico con el fin de crear un nuevo medio asociado ajustado a los nuevos requerimientos.

El objeto técnico cumple el papel de medio asociado del pensamiento. Tiene *unfondo* que hace posible la existencia de formas que se actualizan:

Lo que es determinante y juega un rol energético no son las formas, sino aquello que sostiene a las formas, a saber, el fondo; [...] es aquello que se oculta de los dinamismos; es aquello que hace existir el sistema de formas; las formas no participan de las formas, sino del fondo [...]. Porque el fondo es el sistema de virtualidades, de potenciales, de fuerzas que caminan, mientras que las formas son el sistema de actualidad. (Simondon, 2008, p. 79).

El objeto técnico, capaz de operar concretización, es aquel que ha sido inventado, diseñado, en función de las condiciones del fondo y no como un objeto aislado. Es evidente la insuficiencia del modelo hilemórfico para dar cuenta de estas condiciones. Similar, entonces, es el planteo propuesto por Simondon a aquel de los griegos, quienes consideraron las cosas del mundo desde una perspectiva tal que ninguna de ellas podía estar separada del resto, sino como un todo ordenado en relaciones por las cuales cada cosa encontraba su posición y sentido.

2.10. El problema de la individuación

Existe una concepción, que puede ser denominada inmediata respecto de las características que determinan la individualidad del universo de cosas, y puede ser resumida en las siguientes afirmaciones:

- Que estas cosas mantienen su individualidad fundamental cuando no son divididas en partes;
- que las cosas son distintas entre sí; que son susceptibles de ser organizadas en clasificaciones en función de las características que le son atribuidas, y
- que persisten en su individualidad durante un cierto período de tiempo.

Se reconoce una divergencia entre nociones sobre el individuo que pueden ser organizadas en dos grupos: en función de considerar los caracteres intrínsecos al individuo constituido, o en función de considerar el conjunto de caracteres extrínsecos y sus relaciones¹⁰⁰: "Uno puede preguntarse por qué un individuo es lo que es. Uno también puede preguntarse por qué un individuo es diferente de todos los demás y no puede ser confundido con ellos" señala Simondon (2015, p. 58). Ha sido en función de estas dos cuestiones que al problema de la individuación se lo ha asociado con la pregunta por el principio a partir del cual un individuo adquiere identidad y se constituye como un ente particular distinto del resto; es decir que la pregunta por el individuo deviene en pregunta por su principio: "Se llama principio de individuación [...] al principio que da razón de por qué algo es un individuo, un ente singular", define Ferrater Mora en su

¹⁰⁰El concepto de *individuo* presenta modos de ser, antes que una determinada naturaleza; se trata de un concepto ontológico que presenta un modo de ser que no es uniforme, sino que da cuenta de la compleja multidimensionalidad de la individualidad. El problema suscitado por la individualidad, entonces, no es el de buscar el principio de individuación, sino el de "distinguir y ordenar diferentes principios de individuación y diferentes grados de individualidad" (Pradeu, 2014, p. 8).

Diccionario de filosofía (1999, p. 1800). El mismo José Ferrater Mora define el principio de individuación como aquel que “da razón de por qué algo es un individuo, un ente singular¹⁰¹” (Ferrater Mora, 1999, p. 1800).

Por “individualidad” de una cosa se entiende aquello que sitúa a una cosa aparte del resto de cosas. El “individuo” posee carácter de unicidad en virtud de los rasgos otorgados por la individualidad. El concepto de “individuación” puede ser entendido, o contemplado, desde dos puntos de vista: como un proceso por el cual el individuo llega a constituirse como tal, o como el conjunto de los rasgos que distinguen la cosa. A los problemas y cuestiones que surgen del estudio de la individuación se los agrupa bajo la denominación de “el problema de la individuación”.

Es posible detectar cinco rasgos que han servido, en el ámbito filosófico, para explicar la individualidad:

- a) Indivisibilidad: el término *individualidad* está compuesto por raíces provenientes del latín, y significa “cualidad relativa a uno solo”¹⁰²; los componentes léxicos son el prefijo- (“no”, “sin”), *dividere* (“dividir”, “separar”), -*alis* (sufijo que indica “relativo a”), y el sufijo -*dad* (“cualidad”). Quienes se atienen a la procedencia etimológica de la palabra *individualidad* sostienen que ser un individuo es ser indivisible. Esta indivisibilidad a la cual se hace referencia consiste en la imposibilidad de que los individuos considerados puedan ser divididos en otros de la misma especie. Subyace implícita, en la afirmación anterior, la condición de que el individuo original no debe perderse con la subdivisión. Gracia señala que, antes que “indivisibilidad”, habría que referirse a la individualidad concebida desde este punto de vista, con el término “no-instanciación”, dado que este término refiere al concepto de *instanciación* de los Universales, y señala que esta acción es imposible de llevar a cabo sin acabar con la individualidad. Así, entonces, se hace evidente la oposición entre “individualidad” y “universalidad”.
- b) Distinción: la experiencia demuestra que los individuos son distintos de todos los demás. Santo Tomás fundamenta dos tipos de distinción: la primera, denominada *formal*, refiere a la distinción entre diversas especies, mientras que la segunda, denominada *material*, trata de la distinción entre elementos de la misma especie. Otra clasificación de la distinción en dos tipos es la siguiente: “distinción real” (*realis*) refiere a las cosas mismas, de manera independientemente de las operaciones mentales por las cuales se llega a establecer la distinción; y la “distinción de razón” (*rationis*) es aquella efectuada por la sola participación de la actividad mental para definir esta, aun cuando no haya entre las cosas consideradas una distinción real. Esta última distinción, la de “razón”, puede clasificarse en dos tipos, a saber: “distinción de razón racionante”, que es la llevada a cabo en la mente aun cuando no haya motivo alguno para hacerla y la “distinción de razón racionada”, consistente en una distinción llevada a cabo por la mente, aun cuando no haya cosas distintas en la realidad.
- c) División: dado que en toda clase o especie hay muchos individuos, los individuos tienen la capacidad (potencial, actual o pretérita) de dividir una especie o clase. Los escolásticos discernían entre “división lógica”, “división metafísica” y “división física”. La división de un género en especies corresponde a una “división lógica”, o “lógica y metafísica”; la división de un todo en partes corresponde a la “división física”.
- d) Identidad: vinculado a este concepto se halla la idea de duración de los rasgos de una cosa en el tiempo y el cambio parcial. El punto de vista ontológico (formal o metafísico) del concepto de *identidad* afirma que toda cosa es idéntica a sí misma (*ens est ens*); y el punto de vista lógico refiere a la relación entre proposiciones. Los escolásticos distinguieron entre varios tipos de *identitas*: real, racional, formal, numérica, específica, genérica, extrínseca, causal, primaria, secundaria, etc. Émile Meyerson¹⁰³ refiere a la identidad como “una inevitable tendencia de la razón a reducir lo real a lo idéntico [...] sacrificando la multiplicidad a la identidad con vistas a su explicación”¹⁰⁴. Se trata, la explicación que ofrece Meyerson sobre la identidad, de la introducción de la dimensión temporal en relación con la cosa considerada: la idea de que una cosa es idéntica a sí misma pierde su carácter tautológico cuando se la considera en su dimensión temporal, dado que las alteraciones que esta sufra serán parte de su identidad.
- e) Impredicabilidad: predicabilidad es decir algo de alguna cosa, siendo esta una propiedad de las palabras, no de las cosas a las cuales refieren esas palabras. De aquí se concluye, entonces, que un individuo no puede ser predicado.

¹⁰¹De esta afirmación surgen dos cuestiones que la filosofía ha tratado a lo largo de la historia: la primera de ellas concierne a determinar en qué consiste el principio de individuación, mientras que la segunda de estas cuestiones está relacionada con la búsqueda de las características que sirvan para definir a un individuo como tal.

¹⁰²*Diccionario Ilustrado Latino-Español; Español-Latino*. Barcelona: Larousse.

¹⁰³Meyerson, Émile (1859-1933). Filósofo francés de origen polaco. “Al estudiar el fundamento crítico de las ciencias, niega a los positivistas la legitimidad de estudiar sólo el modo en que suceden los fenómenos, sus leyes. La tarea de la ciencia, más bien, debe ser llegar al por qué de los fenómenos”. <http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=meyerson-emile>.

¹⁰⁴Ferrater Mora, José (1989). *Diccionario de filosofía*. Barcelona: Ariel.

Si la pregunta sobre qué es un individuo es respondida, es dable preguntarse sobre la extensión de las entidades, y sobre la manera en que tienen esa extensión. Pueden considerarse tres posiciones básicas fundamentales desde las cuales responder estas cuestiones:

- a) Nada que existe es individuo: si dividimos al universo en dos dominios: el dominio de lo real (conformado por las entidades universales), y el dominio de lo irreal (compuesto por entidades individuales), la individualidad se ubica en el segundo de estos dominios, siendo mera apariencia de naturalezas reales.
- b) Todo lo que existe es individuo: al igual que en el caso anterior, el universo es dividido en dos dominios: el dominio de lo real (conformado por entidades individuales), y el dominio de lo irreal (conceptos derivados de las operaciones mentales).
- c) Algunas cosas que existen son individuos, y algunas no lo son: postura intermedia entre las anteriores, acepta la noción de que hay dos dominios, y considera a ambos reales.

Definida la individualidad, y determinada la extensión de esta, el paso siguiente consiste en preguntarse sobre el ser como ser, el carácter ontológico del individuo y su relación con la naturaleza de este. El término *individuo* puede referirse al individuo como un todo, pero puede referirse, también, a la individualidad¹⁰⁵ del individuo; en función de estas dos condiciones, son dos las cuestiones que guían el estudio del estatus ontológico del individuo:

- a) ¿Hay alguna distinción, en la realidad, que se corresponda con aquella otra distinción llevada a cabo en el pensamiento entre la individualidad y la naturaleza del individuo? Aquí se está preguntando si es el caso de que un individuo pueda distinguirse, por algún rasgo, de su naturaleza; en caso de ser así, se pregunta sobre la naturaleza de esta distinción, y sobre el estatus ontológico del individuo.
- b) De existir dicha distinción: ¿cuál es el fundamento de esta? Aquí se está preguntando si es el caso de que para todo ser natural la naturaleza del individuo es distinta de su propia naturaleza; en caso de ser afirmativa la respuesta, se pregunta sobre la naturaleza de esta distinción y sobre el estatus ontológico de la individualidad.

Las posiciones que los filósofos han adoptado para dar respuesta estas preguntas pueden resumirse en tres: a) rechazo de la distinción en la realidad entre individuo y su naturaleza; b) aceptación de la distinción conceptual entre individuo y su naturaleza, pero rechazo en la realidad y c) aceptación de la distinción conceptual, y en la realidad, del individuo y de su naturaleza.

Definida la individualidad, determinada la extensión de esta y establecido el estatus ontológico del individuo y su relación con la naturaleza de este, cabe preguntarse por la causa o principio que motiva la individuación. Son objeto de estudio del “problema de la individuación” la identificación del principio o causa del individuo y la determinación de si ese principio es aplicable a todas las entidades. La palabra *principio* viene del latín *principium*, de *primus* (primero) *capere* (agarrar, sujetar), más el sufijo *-ium* (“efecto” o “resultado” cuando es utilizado en sustantivos; “relación entre” cuando es utilizado en adjetivos). *Principio* viene a ser “abordar” o “tomar en primer término”. En función de la distinción entre sustancias y accidentes y propiedades, el estudio puede dividirse en tres partes:

- a) Individuación de sustancias: cinco son las principales teorías que dan cuenta de la individuación de las sustancias: 1) la “teoría del haz sobre la individuación” fundamenta la unicidad y la individualidad en función del grupo de caracteres que tiene. Esta teoría presta a generar confusión entre “individualidad” y “distinción”. 2) En la “teoría de la individuación por accidentes” se considera que las propiedades comunes a un grupo no pueden dar cuenta de la individualidad de una cosa; por ese motivo, se toma a los accidentes como única alternativa para dar cuenta de su individualidad. La ubicación espacio-temporal y los rasgos cuantitativos son tomados como los accidentes que más claramente identifican la individualidad de la cosa en cuestión. 3) La “teoría de la individuación por la esencia” da cuenta del problema de utilizar los accidentes para determinar la individualidad de la cosa, por ser estos extrínsecos y no indispensables a la cosa en cuestión. Por ello, propone observar los rasgos esenciales de la cosa, lo que deviene así en tres teorías de la individuación por esencia: material, formal y *sui generis*. 3.a) Individuación material: la materia es lo que determina la individualidad de la cosa. 3.b) Individuación formal: es la forma lo que determina lo que una cosa es. 3.c) Individuación *sui generis*: el principio de individuación no es identificable con ningún otro componente (forma o materia) dado que su única función es individuar una sustancia; su existencia se fundamenta en los requerimientos de la razón. 4) Individuación por existencia: la pregunta sobre si existe o no una cosa es respondida de manera afirmativa o negativa. De esto da cuenta la presente

¹⁰⁵Por *individualidad* de una cosa se entiende aquello que sitúa a una cosa aparte del resto de cosas.

teoría. 5) Individuación externa: en este caso, la individualidad es el resultado de la acción de un agente natural o causa.

b) Individuación de propiedades y accidentes: hay dos tipos fundamentales de teorías para dar cuenta de la individuación estudiada desde este punto de vista: 1) la “individuación substancial” señala que los individuos son individuados por la substancia a la cual inhiere; b) la “individuación accidental” señala que los individuos son individuados por la totalidad, algunos, o por los accidentes y propiedades tomados por sí mismos.

c) Individuación de otras entidades: los filósofos se refieren a principios y componentes metafísicos de las cosas en estos términos.

Las preguntas que buscan responderse son cómo distinguir entidades y cuál es la causa o principio que permite efectuar esa distinción. Quienes sostienen la postura de la “identidad de indiscernibles” afirman que si “x” es indistinguible de “y”, entonces “x” e “y” son la misma entidad. Esta afirmación genera confusión entre dos temas: el problema de la individuación y el problema de la discernibilidad, dado que lo que se está diciendo es que si no hay discernibilidad, no puede haber distinción. La discernibilidad puede ser entendida como rasgo de alguna mente que observa críticamente a los individuos. De esta manera, la ausencia de discernibilidad no implica la no existencia de distintos individuos. Así como el problema de la individuación puede ser dividido en partes, lo mismo puede hacerse con el problema de la discernibilidad:

a) Discernibilidad de substancias: hay tres teorías fundamentales: a.1) la “teoría del haz sobre la discernibilidad individual” refiere a un haz que constituye la base de la distinción numérica de características de cosas que se hace de los individuos. a.2) La “teoría espacio-temporal de la discernibilidad individual” permite, a través de la ubicación espacio-temporal de las cosas, descubrir la identidad de estas. a.3) La “teoría *sui generis* de discernibilidad individual” postula que los individuos tienen un rasgo particular llamado identidad.

b) Discernibilidad de propiedades y accidentes: hay, también, dos teorías fundamentales que refieren a los accidentes y a las propiedades como individuos: b.1) se parte de afirmar, en la teoría por “discernibilidad mediante substancia”, que la sustancia es lo primero e inmediatamente cognoscible como individuo, siendo subsecuentemente cognoscibles las propiedades y los accidentes. b.2) Mediante la teoría de “discernibilidad mediante accidentes” se afirma que distintos accidentes se conocen como numéricamente distintos por razones relacionadas con su ubicación espacio-temporal por sus rasgos peculiares conocidos por expertos o porque pertenecen a conjuntos particulares.

Dado que lo que aquí se propone es captar la operación de diseño en tanto proceso —no como un acto fundacional, sino como procesualidad—, será necesario distinguir entre principio de individuación e individuación. Simondon señala que lo que es postulado en la búsqueda del principio de individuación, entendido como realidad (*principium essendi*, o principio del ser), es que la individuación tiene un principio que puede ser rastreado y encontrado a partir del estudio del individuo constituido. Es decir que se le otorga un privilegio ontológico a este individuo ya constituido, y es desde el individuo constituido que se lleva a cabo la búsqueda de su principio. Gilbert Simondon (2009) nos advierte sobre el error señalándonos que se trata de una “génesis a contrapelo” dado que, de esta manera, es con el individuo constituido que se cuenta para, a partir de él, llegar a explicar su principio: se le otorga un privilegio ontológico al ser constituido, ya que es el postulado aquí propuesto que el individuo tiene principio. Existe una suposición temporal: primero existe el principio de individuación; luego, ese principio interviene en una operación de individuación; finalmente aparece el individuo constituido y existe, en relación con esta suposición, la creencia de que ese principio ubicado en el primer lugar de la secuencia puede ser conocido desde las certezas que se tienen sobre el individuo constituido. Hallar ese principio conociendo solo su resultado es una tarea imposible, señala Simondon, dado que la individuación de este individuo constituido tomado en consideración pudo haber transitado muy diversos trayectos, respecto de los cuales es imposible hipotetizar a la luz de lo que este resultado muestra en su naturaleza estable en la actualidad; trayectos que el individuo, en tanto ser individuado y constituido definitivamente, no refleja en su totalidad.

Wolfgang Wiesler ejemplificó claramente el problema de pretender remontar hacia la operación de individuación a partir de la observación del individuo constituido:

Supongamos que una oruga, en lugar de empujar y de transformarse en mariposa, alcance bruscamente la madurez sexual y dé origen, como descendencia, a pequeñas orugas. A un observador futuro que no esté en el secreto del origen de este grupo raro, no se le ocurriría de ninguna manera suponer parentesco estrecho entre oruga y mariposa; solo al saber que las mariposas mismas atraviesan por un estadio de oruga podría sospechar la solución al enigma. Lo que tendríamos delante de nosotros sería, entonces, el origen de un grupo zoológico totalmente nuevo: el de los “semejantes a orugas”, fundado en un mecanismo aparentemente muy simple: la aceleración en el proceso de diferenciación en el organismo de la oruga. Podríamos extremar aún

más este ejemplo imaginándonos que las mariposas se extinguieran y nos fueran conocidas solo por sus fósiles. No tendríamos, entonces, posibilidad alguna de sospechar la vinculación que hubo entre las existencias de orugas y mariposas. El orden de las orugas y el de las extinguidas mariposas representaría, para nosotros, dos grupos zoológicos totalmente distintos. Y todo ello ocurriría solo porque en tiempos remotos un proceso tuvo lugar a una velocidad algo mayor de lo que debía. (1977, p. 163).

La diferencia esencial entre el sentido clásico del estudio de la individuación y el estudio que Simondon propone consiste en que¹⁰⁶

la individuación no será considerada únicamente en la perspectiva de la explicación del individuo individuado: será captada, o al menos se dirá que deberá ser captada, antes y durante la génesis del individuo separado; la individuación es un acontecimiento y una operación en el seno de una realidad más rica que el individuo que resulta de ella. (Simondon, 2015, p. 54).

2.10.1. Gilbert Simondon y el problema de la individuación

Es posible detectar diálogos de consenso entre la filosofía bergsoniana, los trabajos antropológicos de André Leroi-Gourhan, la epistemología genética de Piaget, la fenomenología francesa de Sartre, de Dufrenne y, sobre todo, de Canguilhem. Se destacan, además, como referentes de la obra simondoniana, a Louis De Broglie, a Norbert Wiener y teorías como la psicología de la forma, o la teoría matemática de la información y la cibernética. La individuación y la técnica son los dos términos que definen los ejes fundamentales en torno a los cuales se desarrolla la filosofía de Simondon; la posibilidad de relacionar estos conceptos depende de lo que este filósofo francés ha denominado *acto analógico*¹⁰⁷.

Simondon reflexiona respecto de la noción de *physis* de los filósofos jónicos, respecto del pensamiento de Anaximandro acerca de lo ilimitado, de la meditación de Platón de lo Uno y de la díada Grande Pequeño, del principio hilemórfico y atomista, de la libertad de acción del ser de Malebranche, de las consecuencias ontológicas expuestas por John Duns Scotus sobre el Primer Principio y de las teorías de la termodinámica, de la física cuántica y de la información. Dedicó su tesis doctoral (dirigida por Georges Canguilhem y Jean Hyppolite) a Maurice Merleau-Ponty, y es posible distinguir en las reflexiones de Simondon referencias directas a cuestiones tratadas por aquel, como así también referencias específicas en lo metodológico a la física cuántica, anunciada por Niels Bohr y Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger.

El trabajo de Simondon puede ser vinculado al pensamiento vitalista existencial (cuyo origen se remonta a las conferencias expuestas por Bergson en Oxford), a los trabajos de Canguilhem (director de tesis de Simondon), de Merleau-Ponty, de Bertrand Gille, de Marcel Mauss, de Michel Foucault y de Deleuze-Guattari.

Tanto la filosofía de Merleau-Ponty como la posterior de Simondon se encuentran en la encrucijada de sucesos que no son, todos ellos, de índole filosófica: el paso de una física clásica a otra u otras no clásicas (cuántica, física mecánica y electromagnetismo), de una filosofía fundamentada en el *eidos* (εἶδος) a otra en la que prevalece la intencionalidad que conforma el mundo práctico vivido (fenomenología). Entonces, sin oponer el concepto a la existencia, desdibujando el límite entre filosofía del conocimiento y filosofía de la acción, Simondon critica el esquema que privilegia la forma respecto de la materia, argumentando que no es posible concebirla en sí misma, orientando sus estudios, no al "principio de individuación", sino a la "operación de individuación". Sitúa esta operación en el ámbito de lo energético, donde no es el individuo término de la relación; vincula la problemática sobre el ser y el existir a partir del entendimiento de la individuación como operación-de-individuación.

Su crítica respecto de la teoría que da cuenta del problema de la individuación se centra en la idea expuesta por aquella corriente del sustancialismo que afirma que se puede tener conocimiento del principio de individuación a partir del conocimiento del ser constituido, es decir, ya individuado, mientras que su crítica respecto del esquema hilemórfico aristotélico se focaliza en la incapacidad tanto de la materia como de la forma para dar cuenta de la operación de individuación.

¹⁰⁶Esta concepción del ser, planteada por Simondon, y su dominio contrastan con aquella otra que se tiene de los objetos de diseño y sus proyectos: las definiciones que sobre el proyecto se han hecho están fundamentadas en el modelo hilemórfico/intencionalista en la constatación de que existen objetos construidos, y en que en el proyecto puede encontrarse el principio que dé cuenta de su existencia y de su particular configuración.

¹⁰⁷La analogía es pensada por Simondon como la aplicación de una estructura relacional en un campo, que usualmente se aplica en otro campo; es definida como *identidad de las relaciones*. Simondon distingue entre analogía operativa y analogía estructural. La primera se corresponde con la definición antes señalada; la segunda es considerada mera 'semejanza'.

Lo que puede dar la idea de que debe haber un principio de individuación es que el ser de las cosas que nos rodean no es reductible al de su naturaleza o quiddidad. Ludwig y Pradeu señalan que si se trata de identificar el principio de individuación es porque se tiene la idea de que debe haber un principio de individuación, pero se ignora lo que es. Y si se tiene la idea de que debe haber un principio de individuación es porque las cosas que nos rodean o la manera en que percibimos las cosas que nos rodean implica que debe existir un principio semejante, cuya naturaleza se trata entonces de descubrir. Si, por lo tanto, se quiere reconstruir la problemática que conduce a ponerse en busca del principio de individuación, se debe comenzar en consecuencia por interrogarse sobre lo que puede dar la idea de que debe existir un principio semejante. (2014, p. 9).

El concepto que Simondon propone es el de “operación de individuación”, y no el de “individuo”; de esta manera, para llegar a conocer al individuo el autor propone conocer su proceso de individuación, y no al revés. El proceso de individuación es devenir del ser, proceso en el cual no solo se produce el individuo sino un medio: “El individuo es relativo en dos sentidos: porque no es todo el ser, y porque resulta de un estado del ser en el cual no existía ni como individuo ni como principio de individuación¹⁰⁸” (Simondon, 2009, p. 26).

La respuesta a las cuestiones que plantea la adquisición de formas de la materia ha sido usualmente definida en términos de δύναμις, potencia, y de la materia ύλη. El esquema hilemórfico como modelo de conformación de cosas ha sido aplicado a gran diversidad de casos; no solo a la práctica de diseño, sino además a todos aquellos casos en los cuales específicamente se le otorga una forma determinada a una materia. Este esquema, asociado con teorías intencionalistas, sirve para explicar la práctica técnica llevada a cabo por los seres humanos que, en función de un objetivo, se ordena con el propósito de dar una determinada forma a una materia inerte. Así es que no solo aquello que se construye mediante moldeado de la arcilla o esculpido del mármol puede ser pensado con el esquema hilemórfico, sino también muchos otros fenómenos procesuales, entre los cuales se encuentra la operación de diseño misma. Pero Simondon nos advierte que el esquema hilemórfico no puede ser utilizado como paradigma para dar cuenta de todas las operaciones en las cuales intervienen forma, potencia y materia: “El esquema hilemórfico es un paradigma extraído de la operación técnica de adquisición de forma y empleado luego para pensar el individuo viviente captado a través de su ontogénesis” (2015, p. 407). Es decir que la materia implicada en la actividad técnica, aquella que se organiza tecnomorfológicamente, no es pasiva:

La tendencia no viene simplemente de una fuerza organizadora que sería el hombre, no pertenece a una intención formadora que precedería a la frecuentación de la materia, y no revela ninguna habilidad voluntaria: se opera, con el paso del tiempo, por una selección de formas en una relación del ser vivo humano con la materia que él organiza y por la que se organiza, donde ninguno de los términos de la relación tiene el secreto del otro. (Stiegler, 2002, p. 79).

La operación de diseño, en tanto operación transductiva, que opera concretización, se inscribe en esta realidad humana (realidad que supera a la de “ser vivo”), en la cual el mismo ser humano es caracterizado como tal por su relación con seres tecnológicos, es decir, no vivos. Y esta relación entre seres humanos y objetos técnicos es transductiva.

Simondon muestra que la génesis del individuo solo puede ser captada si se omite observar al individuo constituido, del cual quiere conocerse la génesis. Y esto es así porque observando al individuo constituido ya se estaría contando con aquello que pretende buscarse antes de comenzar a hacerlo: no hay principio de individuación, sino un proceso que puede ser captado por otro proceso de observación, el cual opera individuación al mismo tiempo que el primero.

En *La individuación* (2009) se analiza la producción de un ladrillo. Este proceso, en apariencia trivial, sirve para dar cuenta de las heterogeneidades que se relacionan en este, el cual integra “condiciones objetivas, operaciones humanas, y agencias de diverso tipo” (Parente, 2016, p. 111). Si pretendiera explicarse la producción de un ladrillo de arcilla utilizando como fundamento teórico el modelo hilemórfico/intencionalista, el resultado sería que el ladrillo es el resultado de la imposición de una forma a la masa inerte de arcilla. Pero en los términos en que Simondon plantea la operación de individuación, el ladrillo es el resultado de distintas tensiones puestas en relación; resultado no permanente, que conserva una reserva de posibilidad para seguir operando individuación. La individuación no sucede en un instante. El sustancialismo y el hilemorfismo han despreciado el desarrollo de la ontogénesis, dado que pretenden encontrar a partir de un individuo constituido las condiciones de su ontogénesis, es decir, la operación que lo habría producido como resultado. La individuación ha de concebirse, por tanto, como una resolución parcial y relativa, manifiesta en un sistema que contiene potenciales latentes y que alberga cierta incompatibilidad

¹⁰⁸Se pone en cuestión la concepción sustancialista en la que el ser se presenta como esencia, como unidad que se crea, que se mantiene a sí misma, permaneciendo inmutable frente al cambio, y en la que el devenir del ser no forma parte del ser.

consigo mismo, incompatibilidad debida, a la vez, a fuerzas en conflicto y a la imposibilidad de interacción entre términos de dimensiones dispares.

El concepto de *transducción* refiere a una noción teórico-metodológica. Juan Manuel Heredia (2016) señala que la noción de *transducción* cumple, al menos, con tres funciones teóricas dentro de la obra del propio Simondon: presenta una alternativa respecto de las ontologías monistas de carácter procesual y relacional; presenta una alternativa a los modelos metodológicos de deducción, inducción, y la dialéctica y asociada al concepto de *analogía*, la *teoría allagmática* permite considerar operaciones isomorfas en distintos dominios del diseño. La imagen más sencilla del proceso transductivo es la del cristal, que comienza siendo una pequeña semilla que crece y se extiende en todas las direcciones en su fluido materno. Cada capa de moléculas ya constituida sirve de base estructuradora de la capa que se va a formar a continuación, y el resultado es una estructura reticular amplificadora. El proceso transductivo es, por tanto, una individuación en marcha. Los términos últimos a que este proceso transductivo llega finalmente no existen previamente a este proceso. Este concepto se puede utilizar para entender las distintas áreas de individuación; se aplica a todos los casos en que se produce una individuación que revela génesis de una red de relaciones basadas en el ser.

Para poder dar cuenta de las operaciones, Simondon se sirve de la *teoría allagmática*¹⁰⁹, que puede ser entendida, justamente, como la teoría de las operaciones. Como conjunto conceptual supone que en su origen el individuo no posee un comienzo absoluto, por lo que puede estudiarse su génesis inscribiéndola como sistemas en otros sistemas, vinculada a condiciones energéticas y estructurales que lo preceden.

La operación de individuación, así entendida, no conduce al aislamiento del individuo, sino que trata de relacionar un sistema y su medio mientras que, cuando es planteada según la vía hilemórfica, existe una región indeterminada entre dos conceptos claros (*forma* y *materia*) que es explicada por el producto consecuente de haber actuado sobre ellos en función de alguna intención.

En el título *La individuación a la luz de las nociones de forma e Información* (2009), los conceptos de *forma* e *información* indican claramente una progresión teórica hacia el concepto de *individuación*: 'forma' e 'información' es una referencia directa a los marcos epistemológicos de la *Gestalttheorie* y la *cibernética*, respectivamente, en relación con las que Simondon construye su propia tesis.

En su cuestionamiento al hilemorfismo, Simondon sustituye el concepto de *forma* por el de *información*¹¹⁰, y añade, entre otros, los conceptos de *resonancia interna*, *potencial energético* y *órdenes de magnitud*, en la triada materia-forma-energía. Todo ello le permite sostener que la individuación es un proceso permanente, en el que no se retorna al equilibrio, sino que se produce una *metaestabilidad*, o *disparidad*; es decir, una continua resonancia interna, gracias a lo *preindividual*. El ser, vía la individuación, "se desdobra en individuo y en medio", producto del "encuentro y de la compatibilidad de una singularidad y de las condiciones energéticas y materiales" (Simondon, 2009, p. 113).

La información es la significación que surge de una disparidad, no es nunca un término singular, sino el significado que surge después de que dos cosas se hacen dispares. Se entiende por *relación de disparidad* aquello que sucede cuando la imagen percibida por la retina del ojo derecho no es exactamente superponible a la percibida por la retina izquierda, debido a que los puntos de vista de cada uno de los ojos no coinciden. La *stereopsis* es la capacidad mental por la cual es posible reconstruir la imagen de un objeto tridimensional a partir de la percepción de dos imágenes dispares en cada una de las retinas. Esta disparidad binocular es semejante a la producida por el desfase temporal de la llegada del sonido a los dos oídos. El concepto de *información* es central en la obra de Simondon: "La información es la fórmula de la individuación" (Simondon, 2009, p. 36). La información posee propiedades organizacionales y reúne a seres vivos, seres artificiales y seres inanimados. Determina un estado de sistema en el inicio de todos los individuos, y se traduce luego en su resonancia interna. La relación del ser consigo mismo es resonancia interna; se trata de la recurrencia de los efectos de la actividad sobre la actividad. La operación proyectual mantiene un régimen de resonancia interna similar al del viviente, dado que exige una comunicación permanente consigo mismo. Simondon señala que "lo viviente resuelve problemas no solamente adaptándose [...] sino también modificándose él mismo, inventando nuevas estructuras internas". Y agrega a continuación que "el individuo viviente es sistema de individuación, sistema individuante y sistema individuándose" (Simondon, 2009, p. 31).

Análogamente a lo que Simondon afirma respecto del viviente, podemos afirmar que la operación de diseño es sistema de individuación; es un sistema que permite llevar a cabo otras individuaciones y que

¹⁰⁹La *allagmática* es la teoría de las operaciones. Es simétrica, paralela, a la teoría de las estructuras, constituida por un conjunto sistematizado de ciencias particulares: astronomía, física, química, biología. En el proyecto de *allagmática*, Simondon entra en diálogo con la cibernética, relaciona el proyecto filosófico con la idea de una ciencia e, incluso, si este proyecto constituye una nueva ciencia filosófica es, por definición, transversal y unificadora. Si cada ciencia positiva es una ciencia de estructuras genéricas, la *allagmática* es la ciencia de las operaciones genéticas: la operación es aquella que hace que aparezca una estructura, o la que modifique una estructura.

¹¹⁰El determinismo ha tratado a la información de manera similar a como lo ha hecho con las sustancias, y a manera de un molde que define la forma de la materia inerte.

opera su propia individuación. No se trata del resultado de una operación de individuación ya consumada. Resonancia interna e información están en el sistema de la operación de diseño de manera análoga a como se encuentran en el viviente, es decir, como un régimen de intercambio de información, en un sistema alejado del equilibrio estable, con potencial para seguir activo.

Simondon muestra que la técnica no se limita a ser una prótesis del cuerpo humano (noción que da cuenta de la concepción de la herramienta como utensilio dependiente del humano). En virtud de esta concepción, que incluye a la técnica en un grupo antagónico al de lo viviente (grupo en el cual se encuentra el ser humano), esta es considerada como una intervención hecha por el hombre sobre la naturaleza. En consecuencia, se funda una idea de alejamiento del ser humano respecto de unas supuestas condiciones iniciales (naturales) de existencia: “La técnica aparece entonces como una opción o una contingencia que puede, llegado el caso, ser escogida o abandonada” (Montoya Santamaría, 2006, p. 127).

Cada máquina no es una unidad absoluta, sino que se trata de realidad técnica operando individuación. Y es por medio del objeto técnico, señala Simondon, que llega a establecerse un modelo de relaciones interhumanas, que es el modelo de la transindividualidad; pero al mismo tiempo los seres humanos median entre las máquinas estableciendo relaciones que hacen posibles los conjuntos técnicos. “La tecnicidad no es entonces —afirma Montoya Santamaría— una opción para el ser humano o el producto de una especialización cualquiera; ella representa una de las fases en la relación que el hombre establece con el mundo” (2006, p. 131).

La causalidad recurrente, o la circularidad recurrente, refiere al condicionamiento circular entre individuo y medio asociado. Simondon señala la existencia de la condición en el ser humano de la causalidad recurrente entre la vida y el pensamiento. El ser humano puede anticipar un funcionamiento análogo al que hará parte del objeto cuando sea construido:

La relación entre el pensamiento y la vida es análoga a la relación entre objeto técnico estructurado y medio natural. **El objeto técnico individualizado, es un objeto que fue inventado, es decir producido, por un juego de causalidad recurrente entre la vida y pensamiento en el hombre.**

El objeto que solamente está asociado a la vida o al pensamiento no es objeto técnico sino utensilio o aparato. No existe consistencia interna, porque no existe medio asociado que instituya una causalidad recurrente. (Simondon, 2008, p. 81).

Es como elemento fabricado que una cosa puede estar hecha de algún material que varía de punto a punto. Pero las herramientas no están hechas solamente de forma y de materia, están implicados en ella elementos técnicos elaborados de acuerdo con cierto esquema de funcionamiento y reunidos en una estructura estable. La tecnicidad es más que forma, es más que materia, y es más que una cualidad de uso.

En función de una circularidad recurrente por venir, la imaginación organiza los elementos que constituyen al objeto técnico. Existe, entonces, un isodinamismo entre pensamiento y objeto técnico cuya consecuencia es la de apreciar la máquina como inacabada, inconclusa, con margen de indeterminación que posibilita la comunicación con ella por parte del ser humano (quien también opera individuación, y es un ser con márgenes de indeterminación). La verdadera relación que se establece entre los objetos y los seres humanos no es isomórfica, sino isodinámica. El objeto técnico puede ser entendido como la traducción en estructura de un determinado problema; y esta traducción puede llevarse a cabo cuando el dinamismo de los esquemas imaginativos, y el del objeto, son el mismo: “El dinamismo del pensamiento es el mismo que el de los objetos técnicos; los esquemas mentales actúan unos sobre otros en la invención como los diversos dinamisismos de los objetos técnicos actuarán unos sobre otros en el funcionamiento material” (Simondon, 2008, p. 79).

El objeto técnico, entonces, puede ser considerado como un logro tanto en sí mismo, porque es consecuencia del pensamiento inventivo, como de un agente activo que participa en la estructuración de un grupo humano. El acto de invención continúa cuando el objeto técnico instituye relaciones entre seres humanos: “Quizá sea el punto más importante de la teoría de la individuación, lo que conecta al proceso de individuación con el proceso de producción de objetos” (Montoya Santamaría en Blanco *et al.* 2015, p. 127).

2.10.2. Conceptos fundamentales de la teoría de la operación de individuación de Gilbert Simondon

Gilbert Simondon parte de afirmar que el individuo no es algo dado al plantear la diferencia entre individuo y sustancia. Abandona la pregunta por el ser por aquella otra sobre cómo es que este (el mismo ser) llega a ser. Recurre, para esto, a la axiomática de la ontogénesis (y no a la esencia o al relativismo). Entre lo determinado y lo indeterminado, superando la definición del individuo como átomo o mínima unidad en contraposición al grupo entendido como totalidad, Simondon desarrolla una teoría “del tiempo transductivo

o teoría de las fases del ser (Simondon, 2009, p. 212). Lo íntimo humano (lo psicológico) y lo colectivo (social) es relacionado por Simondon como fases constitutivas del ser, contemporáneas y complementarias¹¹¹. Es en la génesis que se asume la unidad que contiene la pluralidad (Simondon, 2009).

La teoría sobre la operación de individuación de Simondon critica las teorías sobre las formas de sustancialización¹¹². Presenta una nueva axiomática para las ciencias humanas en la cual, en la operación transductiva, convergen los conceptos de *forma*, *información* y *potenciales*, y en la que las relaciones tienen estatus de ser.

El ser se desdobra en individuo y medio asociado, dado que es el resultado del encuentro entre una singularidad y condiciones energéticas y materiales. En la operación de individuación los individuos incorporan funciones y estructuras que servirán para producir nuevas condiciones de equilibrios metaestables que permitirán perpetuar la operación misma de individuación. Esta operación de individuación perpetuada se organiza de acuerdo tanto a la información interna del ser que opera individuación como a la propia del medio asociado. Y esta operación de individuación puede llevarse a cabo porque el individuo que opera individuación se encuentra en condiciones de transducir heterogeneidades no necesariamente compatibles entre sí en equilibrios metaestables susceptibles de ser mantenidos mediante sucesión de invenciones.

Gilbert Simondon replantea —como lo señala Rodríguez en la introducción a *La individuación* (2009)— las relaciones entre pensamiento y acción. El estudio de estas relaciones es la tarea que aquí se realiza con el fin de arrojar luz sobre las operaciones de diseño y fabricación digital explicadas a la luz de modelos hilemórficos y de modelos no hilemórficos. Para llevar a cabo la tarea de proponer una teoría que relacione de una manera novedosa pensamiento y acción, Simondon debió definir una batería de conceptos que son, a su vez, interdefinibles. Conocer esos conceptos permitirá comprender la teoría simondoniana de la individuación con el fin de dar cuenta de procesos de puesta en forma no hilemórficos.

2.10.2.1. Relaciones

Dado que los seres son en tanto están operando individuación, las relaciones entre ellos no se establecen entre seres ya constituidos, es decir, individuados: “Sería posible considerar toda verdadera relación como teniendo rango de ser, y como desarrollándose al interior de una nueva individuación” (Simondon, 2009, p. 32). El realismo de las relaciones¹¹³ consiste en desubstancializar al individuo sin desrealizarlo. El antiesencialismo de Simondon piensa que las relaciones no están precedidas por los términos que relacionan. Al mismo tiempo, preserva la idea de que el individuo es el "centro activo" de la relación.

Simondon deja de lado a las sustancias para dar cuenta de la individuación y reproponer, así, la relación entre pensamiento y acción: “Las nociones de sustancia, forma y materia son sustituidas por las más fundamentales nociones de información primera, resonancia interna, potencial energético, órdenes de magnitud” (Simondon, 2009, p.37). Y estos conceptos deben relacionarse en la operación de individuación no como términos conceptuales extremos que sirvan para componer la esencia de una realidad, sino como individuaciones cuya relación es simultánea a su aparición. La relación así definida no es aquella que se da entre términos que podrían ser conocidos adecuadamente por tener una existencia separada¹¹⁴. Si la sustancia no es tomada como modelo para dar cuenta del ser, es posible concebir a las relaciones como **no identidad** del ser consigo mismo (porque el individuo presenta, en su condición de incompletud por estar operando individuación, una realidad relativa: no es todo el ser). La relación no es el encuentro de conceptos, materias o formas previas que existen en términos separados y constituidos, sino la resolución conjunta de individuaciones.

2.10.2.2. Información¹¹⁵

¹¹¹Esto no lo hace tomando lo psicológico y lo social como dos polos predeterminados que son constitutivos de subjetividad, entendidos como realidades opuestas o separadas.

¹¹²La fuerte oposición de Simondon al hilemorfismo solo es un caso particular de su oposición más general al substancialismo. El hilemorfismo es una figura encubierta o sutil del substancialismo porque pretende, en contra del substancialismo atomista, dar cuenta de la génesis del individuo. Para Simondon, el substancialismo es la doctrina que postula un "principio de individuación" sin génesis, ya sea que este principio sea el individuo mismo como indivisible (átomos), o forma, o materia.

¹¹³El precursor del realismo de las relaciones es Gaston Bachelard, epistemólogo y filósofo francés de la física, cuyo discípulo fue Georges Canguilhem, director tanto de la tesis doctoral principal de Simondon como de su tesis secundaria.

¹¹⁴Al concebir los términos como sustancias, la relación es concebida como una relación entre términos, es decir, ella misma es sustancializada.

¹¹⁵En el ámbito de la filosofía de la información, el término *información* se conforma con la palabra latina *informātio* (o *informatiō*) más el sufijo “-ción”, que indica una acción final. El uso del término *informātio* se relaciona, a su vez, con las

En las definiciones hilemórfico/intencionalistas se entiende por *información* aquello que Harry Nyquist denominó *inteligencia*¹¹⁶ en relación con la transmisión de señales, en su obra *Certain factors affecting telegraph speed* publicada en 1928, dado que los otros factores intervinientes, como los códigos elegidos para realizar la transmisión y la velocidad a la cual se lleva a cabo, eran factores cuantificables y conocidos, como también lo era la corriente eléctrica necesaria para efectuar dicha transmisión. Pero no se había cuantificado en el ámbito de la transmisión de señales hasta aquel entonces lo que se transmitía, cosa que él denominó *inteligencia* y que, más tarde, Ralph Harley llamó *información*. En 1948 Claude Shannon aplicó cálculos de probabilidades para medir información en forma análoga a como se lo hace en termodinámica respecto de las moléculas de gas¹¹⁷, en donde no es posible conocer la posición de cada una sino que se lo infiere a partir de la posición de otras (Rodríguez, 2012). Shannon y Weaver, entonces, definieron *información* a partir de cantidades físicas básicas de energía, razón por la cual a la pérdida de información se le denomina *entropía*. Al definir el concepto de *información* en términos técnicos precisos pudieron distinguir el problema de ingeniería concreto asociado al proceso de comunicación respecto de los aspectos semánticos de la noción de *información* vinculados a su uso generalizado en el lenguaje cotidiano. Shannon define los aspectos semánticos como irrelevantes¹¹⁸ para el problema planteado en la ingeniería del proceso comunicacional.

Contemporánea al modelo de Shannon, irrumpe la cibernética¹¹⁹ como nueva área de investigación científica, a cargo del filósofo y matemático Norbert Wiener¹²⁰, la cual busca entender la comunicación en animales y máquinas para, posteriormente, articularla y rediseñarla. Wiener define como *información* al “contenido que es objeto de intercambio con el mundo externo, mientras nos ajustamos a él y hacemos que se acomode a nosotros” (1965, p. 19). La información está constituida por datos organizados (contenido) más una cierta carga de estado de probabilidad.

La definición de *información* fundamentada en el paradigma tecnológico es elaborada a partir del problema técnico de la transmisión, en el que se encuentra un emisor y un receptor que se relacionan mediante un intercambio energético. Se pretende que la información de partida sea la misma que arriba al receptor, de manera que conserve la propia identidad en ese pasaje que va de emisor a receptor. Para que esto suceda, se deben sustancializar en términos absolutos al emisor y al receptor. Se trata de una concepción netamente neguentrópica de la información, en la que esta es lo que se opone a la degradación de la energía. Pero la *Información* a la cual refiere Simondon difiere de esta concepción fundamentada en el paradigma tecnológico y es distinta de la referida por Wiener¹²¹: el primero no la reduce a una señal o a un medio estático, e involucra al receptor en la individuación de esta. Para Simondon, la *información* demanda un medio transductivo y una relación *allagmática* con el *milieu*; entonces, la *información* informa y es informada al mismo tiempo. Existe así una actitud relacional, singular (no particular), en la que una determinada variación de estado en un sistema es percibida como información antes que como rumor o ruido. Es decir que, a diferencia de lo planteado por Wiener, no existe una relación unívoca entre información y neguentropía, porque no hay relación estable entre información y energía, dado que la misma cantidad de información transmitida depende de una relación singular entre la cantidad de información y la energía en un

antiguas palabras griegas *eidos* (εἶδος) y *morphé* (μορφή) cuyo significado es literalmente “forma, figura, tipo, imagen”. En la definición original de este término subyacen las condiciones que supone el empleo del modelo hilemórfico para explicar distintos fenómenos de forma, dado que el verbo transitivo “formo, -āre” expresa “dar forma, conformar, construir, organizar, moldear, educar”. La raíz inform- remite a la idea de infundir una “forma” en el receptor de la acción, forma que es una organización, una configuración o una estructura.

¹¹⁶Gómez, Camilo en PreAlas 2015. Recuperado el 8 de noviembre de 2015 de <http://prealas2015bsas.com.ar/ponencias/JUAN%20CAMILO%20G%C3%93MEZ.pdf>

¹¹⁷El paradigma tecnológico de la información es elaborado a partir del problema técnico de la transmisión de información, en el que se encuentran un emisor y un receptor que se relacionan mediante un intercambio energético; esa energía sirve de vehículo a una señal que posee una cantidad y una cualidad debida a su específica frecuencia o a la manera en que la cantidad es distribuida en el tiempo. La señal es esta energía modulada. Se considera que la información de partida es la misma que aquella que arriba al receptor, de manera que conserva la propia identidad en ese pasaje que va de emisor a receptor. Se trata de una concepción netamente neguentrópica de la información, en la que esta es lo que se opone a la degradación de la energía

¹¹⁸Las investigaciones de Shannon se vieron acotadas por las necesidades de la compañía para la que trabajaba (los Laboratorios Bell), por lo que llevó su estudio por un camino sumamente reducido, lo que le impidió obtener un provecho mayor de estos nuevos enfoques.

¹¹⁹*Cibernética* significa “arte de gobernar la nave”, es decir, regular el comportamiento, tanto de una máquina como de un ser humano (al transformar la información en mensajes con sentido, a través del sistema nervioso central y el cerebro), y esto implica también autorregularse.

¹²⁰Junto a los mexicanos Arturo Rosenblueth y Efrén del Pozo.

¹²¹La manera en que el concepto de *cibernética* procesa la información y por lo tanto concibe el funcionamiento de un sistema complejo es todavía insuficiente: el origen tecnológico de la noción de *información* utilizado por la cibernética también constituye el límite.

sistema determinado, y de la distribución asimétrica de potenciales en el interior de un sistema metaestable. “Sólo existe información cuando aquello que emite las señales y aquello que las recibe forman sistema. La información está entre las dos mitades de un sistema en relación de disparidad” (2009, nota al pie, p. 331), explica Simondon. Los términos que hacen sistema, para Simondon, no preexisten de manera definida por fuera de la relación: nacen con ella.

Considerar la información solo en términos de transmisión implica suponer que esta (la información) está ya formada y dada. Es posible dejar este modelo si se comprende que la información no es necesariamente emitida como tal, que no supone necesariamente la existencia de una estructura capaz de emitirla. La teoría de la individuación¹²² de Simondon explica cómo acontecimientos singulares, al encontrarse con fuerzas y potenciales energéticos dispares, los ponen en relación de comunicación, por eso tienden a devenir en sistema, y pueden llegar a devenir en *información* dichas relaciones. La ocurrencia de la *información* depende de la contingencia, es decir que aquello capaz de devenir en información no es necesariamente emitido como tal. Hay espacio tanto para el azar como para la necesidad en esta concepción de la *información*.

Aquello capaz de devenir en información no es necesariamente emitido como tal: la *información*, entonces, no nace de una fuente, sobreviene del encuentro entre un sistema (un cuasi-sistema) y la singularidad de la incidencia que ingresa en ese sistema provocando situaciones de comunicación entre heterogeneidades. Mediante el uso de *software* y *hardware* para diseño y fabricación digital (a partir de la relación entre heterogeneidades en la dinámica de la operación) emerge una *información*¹²³, esto es, un proceso de puesta en forma no hilemórfico del cual el modelo hilemórfico-intencionalista no puede dar cuenta.

2.10.2.3. Forma, materia y energía potencial en la operación de individuación

Es posible reconocer diferentes aproximaciones al concepto de *forma* en el ámbito del diseño. Uno de los modelos para dar cuenta de las operaciones de diseño que se ha servido de la forma ha sido el esquema hilemórfico, el cual presupone que *forma* y *materia* están ya estructuradas al inicio del proceso de individuación¹²⁴; toda la materia está ya implicada de alguna manera en un devenir particular, parcialmente individuada. Materia y forma son dos modalidades incompletas en el proceso de individuación.

La propuesta para superar dicha concepción está en la búsqueda de una individuación que instituya, y haga compatible, una oposición binaria de términos asimétricamente polarizados, en la que la materia no sea considerada informe, sino portadora de formas implícitas que la hacen poseedora de una estructura. De esta manera, la forma no es pura actualidad concluida, sino una verdadera secuencia operativa, un proceso complejo.

La noción de *forma*, no concebida según los supuestos del esquema hilemórfico, puede reconsiderarse a la luz de las nociones de la operación de individuación, adaptándose al ser en el devenir de las sucesivas fases, estructurándose de manera relacional y orientada tropísticamente según la *información* que emerge en el sistema; es decir, *información* como significación de una disparidad.

Desde el posicionamiento en la concepción que se plantea sobre la individuación, de lo procesual de la concretización en términos transductivos, se encuentra que el límite del concepto de *forma* en la teoría de la Gestalt deriva de un psicologismo implícito que afecta cada uno de los ámbitos en que es aplicada: se trata del concepto de *buena forma*, entendido desde la percepción como la superioridad jerárquica de la forma respecto de un fondo. Este orden jerárquico sirve para explicar su estabilidad y su permanencia en la memoria. La forma pura, la Buena Forma de los gestaltistas, es energía estabilizada que arribó a un término en el cual todas las fases de su operación de individuación y de transformación finalizaron. La buena forma surge de retener aquello invariable del cambio, tras lo cual queda como remanente la caracterización del cambio mediante atributos negativos, entre los cuales se encuentra la indeterminación.

¹²²La individualidad está ligada al régimen de información. No es la separación física o la distinción de la acción lo que define la individualidad; es ante todo la individualidad la que se manifiesta bajo forma de independencia con su propio régimen de información. La individualidad de la operación no reside en la semejanza con ella misma; la operación transductiva de individuación se lleva a cabo bajo condiciones de polarización de la misma operación, lo cual le permite mantener relaciones de analogía con ella misma. Son los potenciales los que permiten que aparezcan condiciones de polarización dentro de la misma operación de diseño.

¹²³Al incorporar, mediante distintas codificaciones, niveles adicionales de información de los materiales en el modelo digital, es posible tratar en el mismo modelado 3D con las propiedades físicas y estéticas de los materiales, lo que trae como consecuencia que la fase de fabricación/construcción devenga en una parte integral de un proceso de diseño no lineal basado en la retroalimentación.

¹²⁴El esquema hilemórfico impide una aproximación ontogenética a la cuestión del ser, dado que representa, en primer lugar, una organización social del trabajo, y desarrolla su argumentación a partir de la relación entre el amo y al esclavo.

La topología, antes que “la Buena Forma”, servirá para aproximarse a la operación de diseño en tanto operación de concretización. La topología (del griego τόπος, “lugar”, y λόγος, “estudio”), como parte de la matemática, estudia objetos geométricos atendiendo a sus propiedades cualitativas, como ser forma, tamaño o posición, sin referenciar estos objetos a magnitudes ni tratar, en consecuencia, con cálculos de cantidades. Entre los cuerpos geométricos esfera y cubo (tal cual se conciben en la geometría euclidiana) existe lo que en topología se denomina *homeomorfismo* (del griego ὁμοιος (*homoios*), “misma” y μορφή (*morphē*), “forma”). A la topología¹²⁵, como “geometría de la posición”, se la puede referir al “*analysis situs*” de Gottfried Leibniz. Ha sido René Thom¹²⁶ quien vinculó la topología con las ciencias humanas.

La teoría de la información permite pensar la forma como sistema dinámico, dado que el concepto de *información* es relacional y procesual. Un sistema como la operación de diseño es un sistema complejo en el cual cada elemento está en relación con los otros y con el sistema, en una estructura cuya conformación no está definida por la buena forma estática, sino por la transducción que, en tanto operación, garantiza la continua circulación de información y una estabilidad activa, un equilibrio siempre dinámico, no estable.

Para que pueda obtenerse un objeto, hace falta que una operación técnica efectiva instituya una mediación entre un material determinado y una noción determinada de forma. En esta operación confluyen, al menos, dos cadenas de operaciones técnicas que hacen converger materia y forma hacia esta operación de diseño: el material no es materia genérica, sino que ha sido predispuesto para esta operación técnica específica de adquisición de forma; y la forma no es una forma genérica, sino que se ajusta al material específico para esta operación técnica. Se experimenta la impresión de realizar, en la operación de diseño y fabricación digital, un encuentro entre realidades de dos dominios heterogéneos, y de instituir una mediación, por comunicación, entre estas heterogeneidades. Para *un determinado* modelo generado con *software* es preciso utilizar *tal* material con *tal* impresora o cortadora, preparado de *tal* manera. Existe entonces una progresión que va de la forma geométrica a la máquina de impresión o cortadora concreta y al material. Por el lado del material y de las máquinas, existe una aptitud para devenir a la medida de la geometría que ha sido generada con *software* especializado; la puesta en forma ya ha comenzado cuando el diseñador manipula los materiales y acondiciona las máquinas para llevar a cabo la impresión o corte. **Las cualidades de los materiales y de las máquinas herramientas, como así también del tipo de software, son fuente de forma.** Formas modeladas con *software* especializado, materiales, máquinas herramienta¹²⁷: poseen características compatibles en virtud de haber sido puestas en relación mediante la operación de diseño y fabricación digital. Esta puesta en relación no sigue una secuencia ordenada de instancias (como en el caso de la operación proyectual), dado que la puesta en relación de estas heterogeneidades puede surgir de la consideración de los materiales disponibles, de una forma, o de un deseo o necesidad del propio diseñador.

La materia debe ser entendida como aquel material en el que existe comunicación entre todos sus puntos (no debe ser entendida como material homogéneo e isótropo, en términos físicos). Es decir que físicamente puede tratarse de distintos tipos de materiales; la materia a la cual se hace referencia aquí es aquella susceptible de relacionarse con la forma en la operación de diseño, y puede relacionarse con esa forma porque ella misma (la materia) incide en la definición de la forma. Por *resonancia interna* debe entenderse aquello que sucede en un punto y repercute en todos los otros. La operación de diseño instituye la *resonancia interna* en la materia (esta materia), que adquiere forma según determinadas tensiones de diseño. Entonces, las relaciones en la operación de diseño y fabricación digital no se establecen entre forma pura y materia bruta, sino entre materia preparada y forma materializada en función de la operación de diseño: la distribución de las tensiones (energía potencial) entre las heterogeneidades puestas en relación en la operación de diseño, y la consecuente conveniencia mutua de la materia y la forma, son relativas a la posibilidad de existencia y a los caracteres de ese sistema.

Para comprender el concepto de *energía potencial* en una operación, como la operación de diseño y fabricación digital, puede hacerse referencia al concepto físico de *energía potencial*: un cuerpo en el cual todas las moléculas poseyeran la misma cantidad de energía no poseería ninguna cantidad de energía potencial, es decir que el cuerpo se encontraría en un estado estable. De manera análoga a la diferencia entre temperatura de moléculas de un mismo cuerpo sucede con las heterogeneidades puestas en relación en la operación de diseño: hay diferencias entre ellas, lo que genera situaciones no estables, es decir, dinamizan la operación de diseño. La capacidad para una energía de ser potencial está estrechamente ligada a la presencia de una relación de heterogeneidad dispar, de disimetría. Lo que hace que un objeto sea él mismo no es ni su materia ni su forma, sino la *operación allagmática* común a través de la cual una

¹²⁵Henri Poincaré, Luitzen Egbertus Jan Brouwer y Solomon Iefschetz: ellos abrieron un vasto campo de la matemática. Félix Hausdorff, con sus axiomas, permitió desvincular la identificación entre métrica y topología: de esta manera, la topología es la ciencia que estudia “el lugar” a partir de las nociones de “límite” y “continuidad”, sin referir a la métrica.

¹²⁶Thom, René (1923-2002). Matemático francés conocido por su desarrollo de la teoría de las catástrofes entre 1968 y 1972. Su primer trabajo consistió en el estudio de la topología, específicamente de la rama llamada topología diferencial. Introdujo, en topología, el concepto de *cobordismo*.

¹²⁷La relación entre materia y forma no se lleva a cabo entre forma activa y materia inerte.

específica materia ha adquirido forma en un cierto sistema de resonancia interna. La *teoría allagmática*¹²⁸ puede ser entendida como la teoría de las operaciones (del griego "cosa tomada a cambio", "cambio"). El objeto diseñado en la operación de diseño y fabricación digital no es el resultado que se obtiene al término de una relación, sino resultado de una operación y del teatro de una actividad relacional que se perpetúa en él. La existencia de un individuo consiste en la operación de resolución de una disparidad que no había sido resuelta hasta entonces. El individuo existe en la medida en que la operación de diseño dota de significación a aquello que hasta entonces no era más que disparidad.

Gilbert Simondon plantea que la unidad no se encuentra en las intenciones del diseñador/autor. La unidad, para este filósofo francés, es el objeto técnico el cual es definido operando individuación, presentando zonas de indeterminación que le permiten relacionarse con otros objetos y con seres humanos. **De esta manera, surge una concepción de la tecnología en la cual el ser humano es una heterogeneidad más relacionada en ese proceso de individuación del objeto y no el responsable absoluto de la definición de la forma del objeto.** Simondon deja de lado las sustancias para dar cuenta de la individuación y repropone, así, la relación entre pensamiento y acción: "Las nociones de sustancia, forma y materia son sustituidas por las más fundamentales nociones de información primera, resonancia interna, potencial energético, órdenes de magnitud" (Simondon, 2009, p.37). Dado que los seres son en tanto están operando individuación, las relaciones entre ellos no se establecen entre seres ya constituidos, es decir, individuados: "Sería posible considerar toda verdadera relación como teniendo rango de ser, y como desarrollándose al interior de una nueva individuación" (Simondon, 2009, p. 32). La relación no es el encuentro de conceptos, materias o formas previas que existen en términos separados y constituidos, sino la resolución conjunta de individuaciones. Simondon concede un valor ontológico a la relación, considerándola como la condición de posibilidad de todo proceso de individuación (físico, biológico, psíquico-colectivo etc.); y no plantea la relación como problema, sino como solución a la cuestión de la individuación. Las propiedades son relacionales, dado que un objeto completamente simétrico en sí mismo, y simétrico en relación con los seres que lo limitan, sería neutro y sin propiedades. La temporalidad constituye un modelo de asimetría (en el que el presente no es simétrico del pasado) y el tiempo es, entonces, el tiempo de una relación. Toda verdadera relación es asimétrica.

2.10.2.4. Preindividual

Definir de manera exacta qué es lo preindividual para cada operación de diseño en particular no es algo evidente, dado que solo es posible pensar este nivel de la operación de manera relativa respecto del devenir de esta. Con el concepto de *preindividual*, Simondon está en condiciones de dar cuenta del devenir para comprender la creación resultante. La energía potencial, en consecuencia, es útil y necesaria para caracterizar el nivel de lo preindividual. En un sistema como el de la operación de diseño hay energía potencial cuando hay relaciones de heterogeneidad, por lo tanto, capacidades de transformación real. Esta matriz de heterogeneidades es asimilada al potencial que condiciona el devenir; y esto es así porque se necesita de situaciones metaestables que hagan posible la dinámica de la operación. De cierta forma, el nivel preindividual presentado por Simondon es una construcción intelectual cuya razón de ser es la de arrojar luz sobre la ontogénesis, es decir, sobre el sistema que opera individuación.

La "unidad" y la "identidad", fundamentos del ser individuado, no son aplicables al ser preindividual: "[...] esas nociones no pueden ayudar a descubrir el principio de individuación; no se aplican a la ontogénesis entendida en el sentido pleno del término, es decir al devenir del ser en tanto ser que se desdobra y se desfasa al individuarse" (Simondon, 2009, p. 27). El ser no tiene "unidad de identidad" sino "unidad transductiva", es decir, procesual, susceptible de transformación. La ontogénesis, o génesis del individuo, es otra forma de referirse a la individuación: operación sin principio a través de la cual es posible conocer al ser individuado. La expresión que capta el sentido de lo transindividual es aquella citada por Simondon que pertenece a Malebranche: "Tenemos movimiento para ir siempre más lejos; de hecho, tenemos tensión, potenciales para devenir otros, para recomenzar una individuación que no es destructora de la primera" (Simondon, 2009, p. 451).

Es importante especificar que la noción de *preindividual* proviene de la física, más específicamente, de la metaestabilidad termodinámica, y también de la dualidad onda-partícula en la física cuántica, en la medida en que esta dualidad es "más de una", y en la medida en que la partícula no es, estrictamente hablando, un

¹²⁸La *allagmática* es la teoría de las operaciones. Es simétrica, paralela, a la teoría de las estructuras, constituida por un conjunto sistematizado de ciencias particulares: astronomía, física, química, biología. En el proyecto de *allagmática*, Simondon entra en diálogo con la cibernética, relaciona el proyecto filosófico con la idea de una ciencia e, incluso, si este proyecto constituye una nueva ciencia filosófica es, por definición, transversal y unificadora. Si cada ciencia positiva es una ciencia de estructuras genéricas, la *allagmática* es la ciencia de las operaciones genéricas: la operación es aquella que hace que aparezca una estructura, o la que modifique una estructura.

individuo. Solo la microfísica puede dar una idea de este estado primordial, que Simondon a veces califica como “pre-físico y pre-vital”; la individuación física y vital del ser tienen el mismo origen, y no dos fuentes u orígenes sustanciales distintos.

2.10.2.5. Operación transductiva

La transducción, en el contexto de la operación de individuación/concretización, supone transferencias de materia, energía, imaginación; relaciona lo virtual con lo actual y permite al ser humano crear objetos técnicos con los cuales mantiene una relación social. El concepto de *transducción* expuesto por Simondon sirve como modelo alternativo al modelo hilemórfico (y a las ontologías monistas en general) y se vincula con una teoría cuya razón de ser es dar cuenta del cambio, como lo es la teoría allagmática¹²⁹. Al igual que Jean Piaget antes que él, Simondon usa este término, que es al mismo tiempo tecnológico y biológico, para darle un nuevo significado, uno que se convertirá en central en el pensamiento de la individuación. En el trabajo de Piaget, la transducción se refiere a una operación mental que es diferente de las operaciones deductivas e inductivas. Uno encuentra la misma comprensión de la transducción en Simondon, pero al igual que con el término *ontogénesis*, el término *transducción* se refiere ante todo al proceso de individuación de lo real mismo. Es por esto que la transducción se define como "una operación física, biológica, mental y social a través de la cual una actividad se propaga gradualmente dentro de un dominio, al fundar esta propagación en una estructuración del dominio que se realiza de un lugar a otro" (Simondon, 2009, p. 38).

Los potenciales que se encuentran en la materia pueden organizarse en estructuras porque existen pasajes de información en términos de transducción. Se trata, este, de un cuestionamiento al hilemorfismo en el cual la noción de *forma* es sustituida por la de información, y vinculada en el entramado teórico junto a los conceptos de *resonancia interna*, *potencial*, *órdenes de magnitud*¹³⁰.

El paradigma o caso ejemplar de transducción es la cristalización¹³¹, en la medida en que es la imagen más simple de la operación transductiva. Juan Manuel Heredia (2016), para dar cuenta del contexto en el cual Gilbert Simondon presenta el concepto de *transducción* en relación con la operación de individuación, rescata el marco histórico-epistemológico propuesto por Elías Palti (2004). Palti (citado por Heredia), distingue tres bloques históricos:

Una “Era de la Representación” (característica de los siglos XVII y XVIII), una “Era de la Historia” (que domina desde fines del XVIII a fines del XIX) y una “Era de las Formas” (que emerge tras la mutación epistemológica operada entre fines del siglo XIX y principios del XX). (Palti, 2004).

La diferencia del último bloque respecto de los dos anteriores es de suma importancia para los fines perseguidos en la presente investigación: en “la era de las formas”, la coexistencia de formas prevalece por sobre las órdenes de sucesión:

Las cosas se ponen en movimiento: la realidad resulta de la auto-superación reflexiva de una sustancia-sujeto que se despliega en la Historia (Hegel); la naturaleza es vista desde una perspectiva dinámica y evolucionista (Lamarck, Darwin); los organismos se desarrollan conforme un orden lógico (y teleológico) de transformaciones inmanentes (von Baer); el devenir histórico de los pueblos es pensado en términos genealógicos y teleológicos (Herder); con la segunda ley de la termodinámica, el universo entero parece dirigirse de modo irreversible hacia una muerte térmica (Lord Kelvin). (Heredia, Juan Manuel, 2016, p. 64).

¹²⁹El acto analógico es, para Simondon, una situación de isomorfismo de operaciones entre estructuras diversas (no debe ser comprendido como metáfora, semejanza o similitud). La *allagmática* es una epistemología propuesta por el mismo Gilbert Simondon, como una ciencia de las operaciones, para explicar las operaciones que dan origen a las estructuras, y por las cuales estas se reproducen y modifican; es decir que la función de esta ciencia de las operaciones es la de complementar a la ciencia de las estructuras.

¹³⁰Elías Palti (2004) expone diferentes campos epistemológicos desde los cuales se han formulado las cuestiones referentes al agenciamiento (entendido como persona o cosa que ejecuta la acción de un verbo, o que tiene poder para producir un efecto de acciones). Usualmente es el ser humano reconocido como el agente de una acción; así es posible identificar al agenciamiento de una acción con la brecha que separa una acción respecto de su antecedente o causa. Esta brecha sirve, en resumen, como índice de contingencia; pero a partir de la ocurrencia real de tal brecha, no debería inferirse necesariamente la presencia oculta de un sujeto subyacente. El ser humano, en esta concepción, no solo es el referente de las causas, sino la fuente y el origen de toda acción.

¹³¹Simondon expone su teoría de la individuación con el ejemplo del proceso de cristalización: cuando se implanta un cristal de siembra en una sustancia amorfa en estado metaestable, este desencadena un proceso de individuación en el que el cristal se individualiza como un sistema energético a través de una amplificación continua. En este caso expuesto por Simondon, el esquema hilemórfico es inaplicable: no se puede definir la individuación como la unión de dos entidades separadas, materia más forma, sino como un proceso energético único y posiblemente infinito, porque el cristal es por definición incompleto.

En ese contexto Simondon desarrolla su tesis sobre la operación transductiva de individuación:

La individuación no ha podido ser pensada y descrita adecuadamente debido a que solo conocíamos una única forma de equilibrio, el equilibrio estable; no conocíamos el equilibrio metaestable; el ser era implícitamente supuesto en estado de equilibrio estable; ahora bien, el equilibrio estable excluye el devenir, porque corresponde al más bajo nivel de energía potencial posible. (Simondon, 2009, p. 27).

El autor postula así el equilibrio metaestable como condición ontogenética de la individuación, y ofrece una nueva manera de pensar la materia, más allá de los límites que plantea la dicotomía del sistema hilemórfico. La individuación, entonces, refiere a procesos en los que el equilibrio estable es aplazado, mientras que, en la situación del estado lejano al equilibrio, el sistema expuesto al entorno es puesto en tensión, de manera tal que se encuentra obligado a producir entropía interna para poder compensar la situación. Cuando el sistema se aproxima a una zona de umbral, crítica, en un estado lejano al equilibrio, las heterogeneidades interactúan comunicándose con el fin de compensar la energía adicional introducida al sistema desde el medio. Así entonces, la codependencia dinámica entre sistema y el medio determina las condiciones de sus posibilidades de individuación. De esta manera, la operación de individuación se corresponde con un proceso en el cual el mismo sistema prorroga la muerte mediante la actividad productiva.

Simondon, quien propone que el sujeto se encuentra en proceso de individuación, cuya actividad transformadora no solo se limita a sí mismo, sino que modifica el medio, reconoce (y define) condiciones de metaestabilidad como resultado de relacionar heterogeneidades. Las heterogeneidades se potencian en su incompatibilidad, dando origen a una operación transductiva de individuación. Existe transducción, por ejemplo, cuando determinadas coordenadas del ámbito sensorial (háptica) se transportan a otras (óptica). Esto es posible de llevar a cabo cuando ambas esferas mantienen niveles de resonancia entre sí que las tornan en algún grado compatibles (de similar modo en que sucede con las temperaturas de materiales puestos en relación de contigüidad). Ilustra Simondon:

Entendemos por transducción una operación física, biológica, mental, social, por la cual una actividad se propaga progresivamente en el interior de un dominio, fundando esta propagación sobre una estructuración del dominio operada aquí y allá: cada región de estructura constituida sirve de principio de constitución a la región siguiente, de modo que una modificación se extiende así progresivamente al mismo tiempo que dicha operación estructurante. (Simondon, 2009, p. 38).

La transducción denota una operación procesual en la cual una operación se inicia propagándose en una zona dada, a través de la estructuración de las diferentes partes de esta; operación dinámica que es constituida por las heterogeneidades que son puestas en relación, de manera tal que cada una de estas áreas constituidas sirve para constituir las siguientes; estas heterogeneidades (devenidas dispares una vez relacionadas) no existen por fuera de esta relación. La operación de diseño entendida como operación de concretización adquiere su dinámica en la operación transductiva.

2.10.2.6. Modular, moldear, modelar

Simondon asocia el concepto de *transducción* con la idea de modulación. La modulación es un molde temporal continuo en el que la materia vehiculiza energía, y la forma modula la distribución de esa energía; es moldear de manera continua y perpetuamente variable. La modulación y la demodulación son equivalentes a operación y estructura: la modulación es la transformación de una energía en estructura y la demodulación, la inversa. La relación de modulación define la aplicación de una estructura a una operación por medio de un estado que es intermedio entre estos: la energía. Esta se ubica en el intervalo que existe entre operación y estructura; un intervalo es posibilidad de relación y este, a su vez, implica una operación. Las singularidades, que son tales en función de la gestión de la información por parte del arquitecto en su tarea de mediador/impulsor de la operación de concretización, moldean de manera continua y constantemente variable (es decir, modulando) alterando relaciones estructurales, promoviendo amplificación y permitiendo la comunicación.

Moldear es modelar de manera definitiva. Por su parte, modulación y moldeado son los dos casos límite; el modelado es el caso intermedio. El acto analógico es la puesta en relación de dos operaciones, de forma directa o mediante estructuras, mientras que el acto de modulación es la puesta en relación de la operación y de la estructura mediante una relación activa denominada "modulador".

Modular	Modelar	Moldear
Molde temporal continuo en donde la materia vehiculiza energía, y la forma modula la distribución de esa energía.	Caso intermedio entre modulación y moldeado.	Implica modelar de manera definitiva.

Las singularidades, que son tales en función de la gestión de la información por parte del diseñador en su tarea de mediador/impulsor de la operación, modulan promoviendo amplificación y permitiendo la comunicación. Moldear es modelar de manera definitiva. Por su parte, modulación y moldeado son los dos casos límite; el modelado es el caso intermedio. El acto analógico es la puesta en relación de dos operaciones, de forma directa o mediante estructuras, mientras que el acto de modulación es la puesta en relación de la operación y de la estructura mediante una relación activa denominada “modulador”. La transducción organiza y relaciona la modulación con la estructura, concibiéndolas así como dos aspectos diferentes, contemporáneos del mismo proceso de individuación. Esta noción es de carácter metodológico y ontológico, por lo que resultan indisociables (como afirmamos que sucede en la operación de diseño) teoría del conocimiento y ontología.

2.10.2.7. Transindividual

El término *transindividual* ha sido utilizado por Raymond Ruyer en el año 1952, por Hegel en sus conferencias sobre fenomenología del espíritu entre los años 1933 y 1939 y por Lacan en su *Discurso de Roma* del año 1953. La definición de *transindividual* que aporta Simondon difiere de las anteriores, y la complejidad para definir este concepto radica en la particular visión que Simondon presentó sobre el individuo y la operación de individuación. La cuestión de lo transindividual, entonces, es inseparable del cuestionamiento a la noción de *individuo* tradicionalmente entendida (individuo como una realidad dada, constituida).

En “Los fundamentos de lo transindividual y la individuación colectiva” (2015, p.371 y ss.) Simondon distingue entre la individuación psíquica o interior y la individuación colectiva o exterior. La categoría de lo transindividual aparece con el fin de dar cuenta de la reciprocidad y de la “unidad sistemática” entre ambas individuaciones.

Al invertir el punto de partida, prestándole atención a la operación de individuación antes que al individuo consumado, Simondon busca demostrar que el individuo es una realidad parcial y relativa. El individuo se presenta como una fase del devenir del ser, precedido y sucedido por otras fases: no es el ser absoluto sino que es devenir del ser. Devenir es la capacidad del ser para desfasarse respecto de sí mismo y, en consecuencia, este mismo ser en tanto individuo es polifásico, lo que equivale a decir múltiple, plural, discontinuo. El vínculo entre el individuo y lo transindividual es aquello que “[...] supera al individuo mientras lo prolonga: lo transindividual no es exterior al individuo y sin embargo se aparta en cierta medida de él” (Simondon, 2009, p. 417). Lo transindividual es situado en un límite que une y separa a la vez, entre la interioridad y la exterioridad, entre lo psíquico y lo social, sin llegar a reconocerse plenamente en lo uno ni en lo otro.

Mediante el concepto de *ontogénesis* Simondon relaciona (al interno de una cultura) al individuo con todo lo otro; y lo hace a partir de los conceptos de *diferencia* e *individuación*, junto con la noción de *resonancia compartida*. Este filósofo francés relaciona la repetición, lo dado en una sociedad, aquello que es colectivo, con la intimidad de cada uno: los aportes singulares y novedosos con la individuación en devenir. Las condiciones previas dadas en una sociedad operan como potenciales para dinamizar la dimensión transindividual de la cultura.

2.10.2.8. Transindividual e interindividual

Distinguir entre los conceptos *transindividual* e *interindividual* servirá para comprender el valor de la invención técnica. Lo transindividual se define como la unidad sistemática de la individuación interior (psíquica) y la individualización exterior (colectiva). A diferencia de lo interindividual (relación de los individuos), lo transindividual hace que los sujetos intervengan en la medida en que llevan una carga de realidad preindividual¹³².

¹³²El error del psicologismo —que solo ve lo interindividual— así como el del sociologismo —que simplemente ve lo intrasocial— es haber olvidado esta realidad del sujeto que es más vasto que el individuo.

El paradigma de lo transindividual es la relación humana, que es "respaldada" por el objeto técnico inventado¹³³. Debería añadirse aquí que es en virtud de los conjuntos informativos contemporáneos que la llamada "sociedad de trabajo humana moderna" propiamente dicha (que nació de la revolución industrial y que estaba compuesta de relaciones meramente interindividuales y, como consecuencia, a veces el ser humano se encuentra alienado por la máquina) puede a partir de ahora construirse como una transindividualidad que es indisolublemente humana y técnica. Simondon propone en su tesis que el valor del diálogo del individuo con el objeto técnico es el crear un dominio de lo transindividual, que es diferente de la comunidad; y es la actividad de invención técnica la que proporciona el "soporte" de una relación humana que es el modelo de transindividualidad.

2.10.2.9. Medio asociado

Merleau-Ponty refiere a las descripciones de Jakob von Uexküll¹³⁴ cuando señala que la actividad de los animales para relacionarse con el medio se inicia antes de la invención de la conciencia, es decir, a partir de las estimulaciones que afectan a ese ser vivo. Uexküll señala que la conciencia, como comportamiento del animal, solo es una manera entre tantas otras (Uexküll, 2016).

La traducción de "*Umwelt*", noción propuesta por el etólogo estonio-alemán Uexküll, es "medio ambiente", "entorno circundante", "mundo asociado a". La formulación de este concepto se distingue de los anteriores referidos al medio en el cual se encuentra el viviente, dado que aquellos postulaban que el medio era un *a priori* para el desarrollo de la vida, o que era equiparable a un conjunto de fuerzas que afectaban la morfología y el comportamiento de los seres vivos. Con Darwin, el medio comienza a ser pensado como conformado por otros vivientes entre los cuales se producen luchas y disputas. Por el contrario, Uexküll refiere a las relaciones entre percepción y comportamiento de los vivientes, y no de abstracciones físicas que inciden sobre ellos; tampoco refiere a luchas y disputas entre los vivientes, sino a distintas maneras de relacionarse entre ellos. El concepto de *Umwelt*, tal cual es desarrollado por Uexküll, busca captar la relación que se lleva a cabo entre los seres vivos que construyen su mundo y lo perpetúan. Es decir que el mundo con el cual se relaciona el ser vivo no es "todo" el mundo, sino una parte de él; se trata de una delimitación del mundo efectuada por el mismo ser vivo.

Cada especie animal, señala Uexküll, necesita de su propio mundo: el concepto de *Umwelt* refiere a una relación específica consistente en aquella que los seres vivos crean, promueven y mantienen con su mundo. Es decir que el ser vivo (*Uxküll* se refería concretamente al animal) establece relaciones solo con aquellos signos que lo movilizan a realizar acciones, percibiendo aquello que le sirve y despreciando e ignorando el resto. Giorgio Agamben (2006) nota que existen condiciones para que ese ser vivo en concreto reconozca y distinga aquellos elementos del entorno que le resulten interesantes:

Estos [elementos] no son aislados de manera objetiva y fáctica, sino que constituyen una fuerte unidad funcional —o, como Uexküll prefiere decir, musical— con los órganos receptores del animal que deben percibir a la marca (Markorgan) y deben reaccionar a ella. (Wirkorgan, pág. 82).

No existe *un* mundo unitario, ni *un* tiempo y espacio iguales para todos los vivientes. Cada animal tiene su propia planificación o *Bauplan* específico en tanto maneras previstas de crecimiento y tiene, además, su particular forma de percibir y de comportarse. No debe considerarse esta relación entre predisposiciones genéticas y tendencias a destacar determinados signos del medio (que se convertirá en el *umwelt* del animal en cuestión) como una imposición teleológica, dado que las primeras son predisposiciones, no leyes infranqueables, y cada animal en particular puede efectuar esas tendencias (que son comunes a la especie) de manera particular, según el medio particular y las circunstancias que deba afrontar en su vida. Tal como ilustra Agamben:

¹³³La diferencia entre técnica y trabajo es fundamental en la filosofía de Simondon. Los especialistas no son verdaderamente técnicos, sino trabajadores (el trabajo no cae dentro de la transindividualidad sino dentro de la interindividualidad). En este último caso, los seres no se movilizan como "sujetos", es decir, como portadores de una carga preindividual de la naturaleza que les permite transindividualizarse. La relación del trabajo simplemente pone a los individuos en relación el uno con el otro; meramente relaciona el ser como ya individualizado. Simondon agrega otro aspecto al trabajo, que está destinado a completarlo, pero que permanece ajeno a lo transpersonal: en el trabajo la relación interindividual entre los trabajadores es también una relación de la especie humana con la naturaleza. En cada caso, sin embargo, se pierde lo transindividual, porque la humanidad precisamente no se realiza en el trabajo. Porque el trabajo así entendido es siempre demasiado pobre para fundar una transindividualidad; agrega lo intrasocial a lo interindividual, pero incluso esta conjunción no engendra transindividualidad.

¹³⁴Jakob Johan von Uexküll (1864-1944). Psicólogo y filósofo estonio-alemán, precedieron sus estudios sobre etología a aquellos realizados por Konrad Lorenz.

No existe un bosque en cuanto ambiente objetivamente determinado; existe un bosque-para-la-guardia-forestal; un bosque-para-el-cazador; un bosque-par-el-botánico; [...] y, en fin, un bosque de fábula en el que se pierde *Caperucita roja*. (2006, pág. 81).

Las características de cada uno de los mundos de cada animal vienen prefiguradas, en parte, dado que el mismo animal se realiza como tal al relacionarse con aquellas cosas o seres vivos (o técnicos) que resulten complementarios a él. Se trata de un ensamblaje del ser vivo con la naturaleza que puede llevarse a cabo gracias a un cierto nivel de indeterminación (en términos de Simondon) tanto en el animal como en su entorno y en la existencia, a su vez, de una predisposición operativa y estructural entre estos dos, para que pueda llevarse a cabo una relación transductiva de información.

Lo experimentado, lo vivido, lo real sucedido sin actualidad se presenta a manera de huellas y trazas. Puede haber, en el medio, marcas que, a modo de referentes, sean tenidas en cuenta por el arquitecto para organizar el proyecto. En palabras de Nouvel:

Es muy evidente que la arquitectura ya no es una disciplina autónoma, por consiguiente, no es suficiente con el aprendizaje de una serie de reglas o técnicas a partir de las cuales el proyecto se deriva linealmente. [...] Si anteriormente los arquitectos tenían la ambición de definir exhaustivamente el mundo en el que vivían, actualmente esta actitud se ha vuelto insostenible, en parte porque una especie de catástrofe de orden casi geológico o geográfico se ha abatido sobre casi la totalidad del medio urbano, de tal modo que nos encontramos en medio de una acumulación de materia construida que difícilmente puede ser caracterizada como arquitectura en el sentido voluntario del término. Los arquitectos difícilmente podemos operar sino es a través de pretender una integración con este fenómeno, mediante una modificación de esta materia: la arquitectura es mutación, la transformación de unas condiciones dadas. La arquitectura que apunta a una determinación exhaustiva del medio ya no funciona, al menos a una cierta escala. Los objetos arquitectónicos no pueden ser sino una reflexión específica sobre las condiciones externas, que se vuelven cada vez más determinantes e inevitables. Solo podemos operar por alteración, por adicción, por iteración... Subrayar ciertas trazas, identificarlas en el caos... (Nouvel, 1994).

Nouvel señala que la arquitectura ya no puede tener como meta formar realidades, sino que su tarea debe orientarse a procurar constituir modos de existir y de comportarse dentro del mundo que ya estaba en marcha con anterioridad a la llegada del arquitecto, cualquiera sea la modalidad y la escala de trabajo: en lugar de conocer el mundo para construir algo en él, la arquitectura debe encontrar la forma de insertarse en esa *hecceidad* dinámica¹³⁵.

Simondon señala que si el hilomorfismo presupone un "principio de individuación" —ya sea forma o materia—, este principio ya proviene del modo de ser del individuo que se suponía que debía explicar. Esto es porque el hileomorfismo trató de explicar la génesis del individuo separado sin tomar en cuenta su entorno asociado. El medio no está, entonces, como algo objetivo y acabado, por fuera del individuo; y es posible explicar a ambos a partir de una realidad preindividual.

2.11. Conclusión. Consideraciones finales del presente capítulo

Este capítulo se dedica a exponer características de modelo que sirven para dar cuenta de operaciones de adquisición de forma; esta tarea se llevó a cabo preponderantemente desde la teoría que brinda el área de la ontología que trata el problema de la individuación. Se caracterizan, además, teorías sobre operaciones organizadas teleológicamente para cumplir con un fin. Con tal objetivo, se organizó sistemáticamente la clasificación de los programas desarrollada por Niklas Luhmann, las nociones de *pervivencia de los sistemas*, de *reducción de complejidad* y de *contingencia*, como así también los conceptos de *autopoiesis* y *clausura operativa*. La teoría de la cibernética, como la de los sistemas complejos, cumple el cometido de caracterizar tanto la operación de diseño como el entorno en el que esta se encuentra, lo que permite no desarrollar un enfoque esencialista (que la entienda a partir de un conjunto de atributos fijos).

El diseño ha sido definido como orden emergente, y se encuentra en la intersección entre acciones llevadas a cabo por quienes diseñan, por un lado, y estructuras y expectativas proyectuales que busquen estabilizarse, por otro. Esta operación emerge como tal cuando un diseñador piensa algún problema en esos términos. Las relaciones entre distintas heterogeneidades son promovidas por el diseñador para que esta operación se lleve a cabo; y el diseñador es una heterogeneidad más en ese entorno sistémico dinámico.

¹³⁵Si se trabaja en tiempo presente, entonces, deja de proyectarse en la forma en que el proyecto es entendido tradicionalmente.

Relativizando el enfoque dualista de la operación técnica que impone una forma a una materia, enfoque este que reconoce que la materia cumple pasivamente un rol, la propuesta teórica de Gilbert Simondon reconoce en la materia un papel activo en la acción técnica. El concepto de *transducción* presentado por este filósofo francés resulta fundamental para comprender las relaciones entre heterogeneidades en las dinámicas de cambio de la operación de diseño. La operación de diseño y fabricación digital es vehículo de energía informada, concebida análogamente a la manera en que Simondon define a los seres vivos: un sistema que opera él mismo individuación, pero que puede tomar la iniciativa de llevar a cabo otras operaciones de individuación por fuera de sí mismo.

En la intersección entre diseño y fabricación (en una zona en la que convergen las lógicas de modelado asociativo y programación algorítmica en entornos de programación visual integrado, así como *hardware* para fabricación digital) quedan establecidos flujos de trabajo entre código y máquinas. El diseñador puede abandonar la organización de su labor en términos de producción lineal y puramente replicativa, en la cual el objeto producido debe ser lo más parecido posible a su contraparte (idea) digital. Cuando se codifica información material y se la incorpora en el modelo digital emergen propiedades físicas y estéticas en la fabricación/diseño: la etapa de fabricación/construcción se convierte en una parte integral de una operación de diseño no lineal basada en la retroalimentación. Así entonces, es posible realizar analogías entre la fabricación/construcción integrada en la operación de diseño y el tipo de producción tecnológica que hemos denominado *artesanal*. A causa de estas analogías es que se ha empleado en numerosas ocasiones el término de *manufacturadigital* para nombrar el proceso de diseño y fabricación digital.

Simondon arroja luz con su teoría sobre las condiciones bajo las cuales una discontinuidad puede devenir en generadora de una operación; el caso de la operación de diseño y fabricación digital es paradigmática en este sentido. Estados de equilibrio ubicados más allá de la estabilidad son los que generan las posibilidades para que la operación de diseño devenga. Es este compromiso transaccional el que da lugar a ideas originales e ideas imaginativas en el pensamiento del diseño y la fabricación digital. La creatividad surge de las muchas posibilidades dentro de estos campos *hylonoéticos* (Malauforis), y la individuación (Simondon) que adquiere sentido a través de la práctica se convierte en una actividad clave para explorar las posibilidades y limitaciones de los nuevos entornos del diseño y la fabricación digital en el ámbito del diseño.

La investigación que se lleva a cabo en la operación de diseño es un modo de pensamiento en acción que se vuelve recursivo debido a la forma en que se compromete con la ampliación de las posibilidades de este como proceso cognitivo. Se produce, de esta manera, un desplazamiento desde la ontología hacia la epistemología, porque el diseñador pasa a ser parte del objeto que él mismo está estudiando, es decir, de la operación de diseño entendida como sistema. La complejidad de la operación de diseño está relacionada con la imposibilidad de considerar aspectos particulares de un fenómeno, proceso o situación, desde un solo punto de vista.

Durante la operación de diseño hay momentos en los cuales es dificultoso distinguir el límite entre aquello percibido y el pensamiento de índole conceptual en una realidad que está dada por el conjunto de las interacciones llevadas a cabo entre deshomogeneidades puestas en relación en un medio. El modo en que el diseñador hace intervenir las distintas informaciones en función de lo que él percibe desde su posición en el proyecto, y la manera en que el proyecto reacciona a esas intervenciones, incide en la manera de percibir del mismo diseñador, modificando su percepción. Esto sucede, entre otras cosas, porque la percepción del diseñador es una percepción culturizada por el mismo diseño, es decir que el modo de ser del arquitecto refiere y se ordena conforme a esquemas de representación establecidos culturalmente (como cualquier otra percepción sustentada llevada a cabo por cualquier otro agente vinculado a la operación). Los complejos perceptivos son ordenados y estabilizados; la percepción es selectiva. Esto sucede así debido a los aprendizajes del mismo diseñador, y depende también de la característica y de la orientación de los agrupamientos de ideas que él considere significativos, de las razones proyectuales que priorice, así como de su educación y de su vida. Sucede aquí que el entorno para el diseñador (como para cualquier otro ser vivo) puede ser captado a la luz del concepto de *Umwelt*, tal cual fue presentado por Uexküll.

La operación de diseño, además de organizar lo actual, propone un porvenir que está hecho de situaciones de tensión del presente que no encuentran en este su realización o completud. La operación de diseño, que hace sistema con el diseñador, crea las condiciones para que el porvenir propuesto incida en su propio presente; implica la dimensión del porvenir en la actualidad de la operación. El presente no es percibido, sino que es en torno a la singularidad (mientras el ser individual se encuentra limitado a una individualidad, lo singular no posee esta limitación, y aquí se hace referencia al proceso transductivo de concretización) del presente, en la cual se dan en forma complementaria percepciones y acciones, y en la cual puede llegar a captarse, mediante la individuación del conocimiento, el tiempo en sus dimensiones de pasado y futuro.

La teoría para el diseño hasta aquí expuesta ha proporcionado una base para comparar el pensamiento de diseño con los procesos de individuación, ofreciendo así un marco para comprender las lógicas que impulsan el diseño y la fabricación digital. En definitiva, la aproximación que se ha realizado a la

noción de *práctica de diseño* se aleja del enfoque que la concibe según el modelo hilemórfico en el que la forma adquiere un carácter activo, y la materia se encuentra en un estado de pasiva disponibilidad abstracta. Pero, al mismo tiempo, se rechaza una postura que elimine toda relevancia de la intencionalidad del diseñador en la definición del objeto que está siendo diseñado.

La organización de la operación de diseño en tres instancias, observadas a la luz de las teorías aquí expuestas y de las condiciones propias de trabajo del diseño y fabricación digital, permiten organizar las producciones de diseño en función de tres características: a) redefinición de los alcances del concepto de *objeto de diseño* (entendido como el producto final de una operación de diseño); b) operación de diseño entendida como espacio en donde se relacionan heterogeneidades (los algoritmos son un ejemplo de ello, en los cuales se integran distintos tipos de información que es relacionada mediante vínculos y se la ajusta a variables y parámetros de control de umbrales) y c) integración en el diseño de la fabricación/construcción. Estos temas serán tratados en el Capítulo 3.

3. Capítulo 3. Investigación a través del diseño

Sheila Pontis (2009, pp. 2-3) caracteriza a la investigación a través del diseño (*research through design*) "como una metodología mixta, que combina investigación teórica con acciones prácticas, constituyendo un ciclo de prueba-error.

3.1. Introducción

El diseñador debe tratar tanto con la construcción de problemas en términos de diseño, como con la solución del problema mismo de diseño¹³⁶. Para llegar a tratar con un problema, entonces, antes hay que construirlo.

En el presente estudio se parte de una definición hilemórfico-intencionalista de la producción técnica de artefactos¹³⁷ para pasar luego a contrastarla con la teoría de la operación de individuación de Simondon. Estas instancias, que sirven para definir la operación técnica de construir artefactos en términos intencionalistas, posibilitan definir la operación de diseño en función de acciones estructuradas en un esquema conformado por tres estadios: a) la práctica de diseño, b) el proyecto y c) la fabricación o construcción. Es posible abordar el estudio de las transformaciones en las relaciones de las tres instancias que definen el esquema de la operación de diseño desde tres enfoques:

- a) Desde la ampliación de la noción de *objeto* como resultado final, que pone en entredicho la referencia al objeto producido como huella irrenunciable del diseño, y donde la operación de individuación hace aparecer la pareja objeto-medio (no sólo al objeto);
- b) Desde las nuevas oportunidades para realizar un trabajo colaborativo que cuestionan la tradicional definición de *autoría* y
- c) Desde la ya mencionada *emergencia de una información* que propicia una simultaneidad de las instancias de "actividad de diseñar" y "fabricación/construcción", que altera la linealidad del proceso proyectual, invitando a reconsiderar la división entre teoría y práctica.

El tránsito de la definición hilemórfico-intencionalista a la teoría de la individuación de Simondon se hace estudiando las relaciones de las tres instancias, con los distintos tipos de producción tecnológica. El presente capítulo tiene dos ámbitos concretos de estudio en relación con la operación de diseño. El primero se centra en el estudio de teorías que han servido para dar cuenta de la complejidad de dotar de un corpus teórico a las profesiones que tratan, en palabras de Herbert Simon, con "lo contingente". Simon, a finales de los años sesenta, dio cuenta de la dificultad de dotar a las profesiones que tratan con lo contingente de un corpus teórico distinto de las ciencias que le sirven de base. Denominó *ciencias de lo artificial* a las disciplinas que tratan (principalmente) de cómo podrían llegar a ser las cosas. Simon reconoce en los artefactos un medioambiente interior y otro exterior, ambos relacionados por una membrana o interfaz. Utilizando como referencia esa definición de membrana, resultado de una analogía con el mundo de la biología, Simon define el artefacto en cuanto tal. John Holland, por su parte, a mediados de los años 90 centra su estudio sobre la ciencia de lo artificial en la adaptación de los objetos técnicos al ambiente. El resultado de estas investigaciones consistió en la organización taxonómica de propiedades de distintos sistemas, llegando a definir una serie de propiedades compartidas por la totalidad de estos. Donald Schön, a

¹³⁶El vocablo *problema* deriva del latín tardío *problēma*, que denota enigma, tema o debate; y este último deriva, a su vez, del griego antiguo πρόβλημα, el cual refiere a alguna cuestión que se debe solucionar.

¹³⁷Que distingue las tres instancias sucesivas de autoría, intencionalidad y, por último (como consecuencia de haber transitado las dos primeras instancias), el producto u objeto deseado.

partir de reconocer que el diseñador se enfrenta con el desafío de plantear problemas de diseño en contextos originales, distingue entre la actividad consistente en realizar el planteo del problema y el problema de resolverlo. De la anterior distinción concluye que el diseñador realiza la difícil y particular tarea de pensar en la definición del problema a medida que se lo resuelve; es decir que estas instancias de definición del problema y de su solución se relacionan en un único movimiento u operación.

El segundo ámbito de trabajo enfoca en la definición de conceptos utilizados en los discursos que rodean los diferentes tipos de enfoques de modelado digital y fabricación, centrándose específicamente en las distinciones e interrelaciones asociadas con las definiciones de los modelos de diseño paramétrico, computacional y generativo. Se presentan, con el objeto de dar cuenta de la vigencia del problema de la complejidad en el ámbito específico del diseño, distintas propuestas de métodos desarrolladas a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. Estos métodos de diseño sirven para dar cuenta del problema de las relaciones entre distintas heterogeneidades, de los límites en las condiciones de realización del objeto que está siendo diseñado y de los obstáculos que surgen en el desarrollo de la operación misma de diseño: es en función de esos problemas, límites y obstáculos que el diseñador despliega estrategias que servirán para el planteo y la resolución de problemas en términos de diseño.

En el presente capítulo, entonces, se reflexionará sobre la relación entre medios técnicos, actividades propias del diseño, materiales, actores y circunstancias particulares de la problematización en términos de diseño. Todo esto se hará a la luz de distintas teorías hilemórficas y no heilemórficas; y es entre estas últimas que se destaca la teoría de la operación de individuación de Simondon.

3.2. Las ciencias de lo artificial

Herbert Alexander Simon¹³⁸, a propósito de su estudio sobre aquellas ciencias que ha distinguido como orientadas a la producción material de objetos mediante el proyecto, es decir, "las ciencias de lo artificial"¹³⁹, describe:

Creí vislumbrar en el problema de la artificialidad una explicación de la dificultad con que se ha tropezado para dotar a la ingeniería y a otras profesiones de una sustancia teórica distinta de la esencia de las ciencias que servían de base. La ingeniería, la medicina, los negocios, la arquitectura y la pintura no se ocupan de lo necesario sino de lo contingente, no de cómo son las cosas, sino de cómo podrían ser. En resumen: del diseño del proyecto. La posibilidad de crear una ciencia o unas ciencias del diseño es exactamente equivalente a la de crear una ciencia de lo artificial. (Simon, 1973a, p.11).

Dentro de dicha teoría, la cuestión de la solución de los problemas de diseño queda inscripta en el marco de una categoría más amplia, que él llama "problemas mal estructurados". Simon (1973b) explora la relación entre los problemas mal estructurados y aquellos bien estructurados, y llega a demostrar que no existe una frontera real entre unos y otros y que, por lo tanto, no hay razón para suponer que la solución de problemas mal estructurados requiera nuevos y hasta ahora desconocidos tipos de resolución de problemas. Con el fin de llevar a cabo una distinción entre problemas mal estructurados y problemas bien estructurados, el autor señala una serie de propiedades de estos últimos, que pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Existe un criterio definido para probar cualquier solución propuesta y un proceso mecanizable para aplicar el criterio.
2. Hay al menos un espacio-problema en el que se pueden representar el estado inicial del problema, el estado del objetivo y todos los demás estados que pueden ser alcanzados o considerados en el curso de intentar una solución.
3. Los cambios de estado alcanzables pueden ser representados en un espacio de problema, como transiciones de estados dados a los estados directamente alcanzables de ellos. Pero también pueden representarse movimientos considerables, es decir, todas las transiciones de un estado considerable a otro.
4. Cualquier conocimiento que el *solucionador* de problemas pueda adquirir sobre el problema puede ser representado en uno o más espacios problemáticos.
5. Si el problema real implica actuar sobre el mundo externo, entonces la definición de los cambios de estado y de los efectos sobre el estado de aplicar cualquier operador reflejan con total exactitud en uno o más espacios problemáticos las leyes (de la naturaleza) que gobiernan el mundo externo.

¹³⁸Herbert Alexander Simon (1916–2001). Fue un economista, politólogo y teórico de las ciencias sociales estadounidense. Obtuvo el Premio Nobel de Economía en el año 1978. En el año 1969 publicó *The Sciences of the Artificial*.

¹³⁹Simon publica *The Sciences of the Artificial* en el año 1969. La teoría de la *autopoiesis*, cuyo concepto de "cierre o clausura" del sistema es fundamental, de Maturana y Varela, fue formalmente presentada en el año 1973.

6. Todas estas condiciones tienen el fuerte sentido de que los procesos básicos postulados requieren solamente cantidades practicables de cálculo y la información postulada está efectivamente disponible para los procesos, es decir, disponible con la ayuda solo de cantidades practicables de búsqueda.

Pero, a continuación, Simon aclara que un problema que admite la reestructuración mediante la introducción de nuevos recursos sería un problema mal estructurado. Esto equivale a decir que la responsabilidad de la estructuración correcta de un problema recae sobre la persona que elabora dicha estructuración. Significativo para los fines perseguidos en la presente investigación es el hecho de que Simon ilustra la resolución de problemas mal estructurados tomando un ejemplo del diseño, más precisamente, el diseño de una casa, y se concentra en el problema técnico de crear el diseño. En este caso, las acciones estructurantes que convierten el problema de diseño mal estructurado en un problema bien estructurado son realizadas por el arquitecto:

La especificación adicional se obtendrá del diálogo entre arquitecto y cliente, pero la totalidad de ese diálogo seguirá dejando a los objetivos del diseño especificados de manera incompleta. Cuanto más distinguido es el arquitecto, menor es la expectativa de que el cliente proporcione las restricciones. (Simon, 1973a, p. 188).

Lo dicho es bastante plausible, pero Simon ignora la otra conclusión que se podría extraer de este ejemplo: a saber, que incluso en el caso de un problema técnico de este tipo, con variables claras que permitan un razonamiento técnico y con la participación de un solo interesado, incluso aquí la subjetividad entra en el proceso de resolución de problemas por las acciones necesarias para construir un problema solucionable.

La interpretación del problema es importante, incluso en el ejemplo simple (si es que diseñar una casa puede ser considerado un problema simple) que Simon describe. Pero se vuelve aún más importante cuando vemos que el diseño es un proceso de múltiples pasos, en el que se relacionan múltiples heterogeneidades e intervienen múltiples agentes, y no una situación de toma de decisiones única.

Dichas interpretaciones de problemas a los cuales refiere Simon se llevan a cabo en el contexto de las razones que fundamentan su hipótesis central, en la cual se afirma que ciertos fenómenos pueden ser considerados artificiales en un sentido muy específico, dado que son sistemas que se amoldan, en función de determinados propósitos, al medio en el que se encuentran.

Simon distingue en los artefactos un medioambiente interior, uno exterior y un borde o interfaz. Las relaciones que los artefactos mantienen tanto con el medioambiente exterior como con el interior están regidas por leyes naturales; su determinación (mediante analogías) corresponde al ámbito de las ciencias naturales. Las ciencias de lo artificial, por lo tanto, encuentran su especificidad en la definición de la interfaz. En esta idea que Simon plantea respecto de la interfaz se reconoce una intención reguladora, un ideal que puede fundar teóricamente las ciencias de lo artificial. Es en el límite, en la interfaz, en donde se define al artefacto en cuanto tal: "Un artefacto puede ser pensado como un punto de encuentro [una interfaz] entre un ambiente interno, la substancia y la organización del artefacto mismo, y un ambiente externo, el entorno al interior del cual opera" (Simon, 1973a, p. 9).

Dos décadas separan los trabajos sobre las ciencias de lo artificial de Herbert Simon de los de John Holland¹⁴⁰ (1995). Holland ha estudiado distintos sistemas (los problemas específicamente de diseño no son tenidos en cuenta en su teoría). Una ciencia de lo artificial debe ocuparse de los modos en que se despliega la adaptación al medio ambiente, del medio interno de los objetos técnicos, y es en ese proceso de adaptación en que (en el presente trabajo se hipotetiza) existe la posibilidad de que la operación de diseño se lleve a cabo. Los sistemas adaptativos complejos son sistemas variados (biológico, económico, etc.) con capacidades para adecuar su estructura interna en función del medio en el cual se encuentran. La estrategia seguida por Holland para estudiar estos sistemas consiste en aislar lo que él consideró los aspectos fundamentales, es decir, aquellos aspectos que guían la dinámica de los cambios de estos sistemas ante presiones ambientales. De la organización de estos aspectos fundamentales, de su clasificación taxonómica, obtuvo un catálogo de propiedades compartidas por todos estos sistemas; y esto le permitió, en su teoría, llevar a cabo simulaciones de comportamientos de sistemas complejos. La hipótesis que Holland afirma haber comprobado con la detección de aspectos fundamentales, comunes a todos los sistemas artificiales complejos, es la existencia de modos comunes de variar de los distintos sistemas. La operación de diseño consistiría, en los términos planteados por Holland, en crear simulaciones para distintos sistemas (herramientas, organizaciones, artefactos de todo tipo) en una gran variedad de ambientes simulados.

¹⁴⁰Holland, John Henry (1929-2015). Estudiante de los sistemas complejos, conocido como el "padre de los algoritmos genéticos". Holland se convirtió en un experto en programación de computadoras e IBM le pidió que trabajara con un grupo selecto de ingenieros, planificando el diseño lógico de la primera calculadora de la compañía, el "701". Para probar el 701 implementaron un sistema de red nerviosa y usaron la computadora como una rata de laboratorio.

La operación de diseño es una construcción. El diseñador se enfrenta a situaciones originales, de incertidumbre, que deben ser problematizadas en términos de diseño. Pero sucede que "el problema de la definición del problema no pertenece a la categoría de los problemas bien definidos" (2002, p. 18), señala Schön, y tampoco se trata de un problema que pueda ser resuelto únicamente desde los saberes propios del diseño. Estas situaciones, de incertidumbre y de necesidad de definir problemas en términos de diseño, exigen que el diseñador deba "pensar en lo que se hace mientras se está haciendo" (Schön, 2002, p. 37). Schön, quien acuñó el concepto de *profesional reflexivo*, ofrece una teoría capaz de dar cuenta de la situación paradójica en la que se encuentra el diseñador en el acto de diseñar: cada práctica de diseño es un acto único e irreplicable, cuya problematización en términos de diseño no está dada, sino que debe ser construida *ex profeso* por el mismo diseñador, y para poder resolver el problema, el diseñador deberá diseñar. De ahí la necesidad de reflexionar de manera paralela y contemporánea respecto de lo que se va haciendo cuando se diseña.

El conocimiento de la operación de individuación en curso no puede hacerse a través de un conocimiento técnico o racional, sino que quien puede conocer es el sujeto cuyo pensamiento opera individuación de manera paralela a la individuación del objeto técnico: "Los seres pueden ser conocidos por el conocimiento del sujeto, pero la individuación de los seres sólo puede ser captada por la individuación del conocimiento del sujeto" (Simondon, 2009, p. 44). La aproximación al objeto técnico, a su individuación (concretización), está relacionada con el medio de expresión que la tecnología requiere, que es distinto al de la oralidad.

La operación de diseño es un proceso que relaciona innumerables heterogeneidades; aspectos materiales, humanos, factores económicos, culturales, etc. Las relaciones entre estas heterogeneidades son una elaboración especializada de la cultura. La operación de diseño, entonces, es mucho más que acciones encaminadas a elaborar documentación para ejecutar un trabajo mediante el proyecto; es, en realidad, una actividad cultural importante que involucra heterogeneidades (entre las cuales se encuentra el mismo arquitecto o diseñador) e incide de manera directa en la definición del espacio habitable.

3.3. Problematizar en términos de diseño

Herbert Simon (1973) señalaba, a finales de la década del 60, que hay profesiones que se ocupan de cómo las cosas podrían llegar a ser. En efecto, algunos de sus ejemplos básicos para desarrollar su tesis sobre la creación de "una ciencia de lo artificial" (Simon, 1973, p. 11) son tomados del ámbito de la arquitectura y del diseño industrial. El término *artificial* es usado por Simon para indicar algo hecho por el ser humano, opuesto a *natural*, reconociendo que cuando el medio interior del objeto diseñado está adecuado al medio exterior,¹⁴¹ el artificio cumple con las finalidades que justifican su existencia.¹⁴² Para Simon, "diseña todo aquel que concibe unos actos destinados a transformar situaciones existentes en otras, más dentro de su preferencia" (1973, p. 87). El diseño, entonces, se ocupa de cómo debieran ser los artefactos, de idear cosas para que puedan cumplir con determinados fines¹⁴³. Este es el sentido más básico y amplio del concepto de *operación de diseño* que servirá como punto de partida en el presente trabajo (concepto que será contrastado por la teoría de la individuación de Simondon).

Definir un problema en términos de diseño para que la operación pueda ponerse en marcha es un problema ontológico; Donald Schön, en *La formación de profesionales reflexivos* afirma: "No es por medio de la solución técnica de los problemas que somos capaces de convertir una situación problemática en un problema bien definido; más bien, es a través de la denominación y de la estructuración por la que la solución técnica de los problemas resulta posible" (1987, p. 19). Schön desarrolla, en el mismo texto antes citado, el concepto de *conocimiento en la acción*, que refiere a los tipos de conocimientos que se revelan, que se hacen manifiestos, en (y con) las acciones. Durante la operación de diseño coexisten los aspectos de la definición del problema, del conocimiento que el diseñador adquiere de lo que está diseñando y de la solución a ese mismo problema: "El diseñador hace una propuesta de solución y la utiliza para que le ayude a entender cuál es 'realmente' el problema y cómo podrían ser las soluciones apropiadas" (Cross, 2005, p. 18).

¹⁴¹El *medio interior* es definido por Simon Herbert como "sustancia y organización del artificio propiamente dicho" y el *medio exterior* como "las proximidades donde actúa" (Simon, 1973).

¹⁴²Simon Herbert caracteriza al medio en el que se utilizará el objeto artificial como "molde". El concepto de *medio* propuesto por Gilbert Simondon difiere totalmente del propuesto por Simon Herbert, ya que el filósofo francés concibe al medio como "medio asociado" del objeto técnico, el cual es parte constituyente del objeto técnico y es creado (individualizado, concretizado en el caso del objeto técnico) en la misma operación de concretización del objeto técnico en cuestión: el medio no precede al objeto técnico, sino que se crea con este.

¹⁴³A *fin*es debe entenderse en su más amplia concepción, es decir, no solo en términos de funciones, sino que deben incluirse anhelos, deseos, gustos, modas, condiciones materiales, tecnológicas, ideológicas, etcétera.

Luis Juan Guerrero¹⁴⁴ (1956), en su obra publicada en tres tomos dedicada a la producción artística, se centra en el estudio de las transformaciones que el ser humano experimenta a través de las obras de arte, entendidas como manifestaciones, potencias y tareas (las tres dimensiones tratadas en cada uno de los tomos de su obra). La obra estética (y la producción material orientada al cumplimiento de un fin) resulta, para Guerrero, íntimamente vinculada a la dimensión hético-política de los seres humanos que la llevan a cabo. Las obras materiales a las cuales Guerrero hace referencia desocultan las fuerzas y las formas que orientan a una cultura:

En ella [la obra de arte] no se nos ofrece la "anterioridad" de una sensibilidad (en sentido antropológico) o de un temple (en sentido existencial), sino la anterioridad de una potencia de hacer obras. O sea, de una *dynamis* estética, en el sentido [...] de "lo tornable al servicio de algo". Es decir, de algo considerado en su funcionalidad servicial, en tanto esa potencia opera en un ámbito de sensibilización, patencia o entonación. (Guerrero, 1956b, p. 71).

A partir de la reinterpretación del término griego *diastema*, al que define como "un despliegue dentro de ciertos límites" (Guerrero, 1956a, p. 105), sitúa en espacios de especificidades las distintas manifestaciones de la estética. Entre ellas se destaca aquella relacionada con la producción artística y el proceso de ejecución de la obra, actividad que inscribe en el contorno de las empresas promovidas y requeridas por una comunidad histórica. La *dynamis* de la producción artística está orientada en función del cumplimiento de algún servicio. Así, por ejemplo, el cuerpo orgánico tiene la *dynamis* de ser viviente, o sea, de estar organizado y delimitado para cumplir su función vital, mientras que la vida realizada sería su entelequia¹⁴⁵. Entelequia es definida por Guerrero como "autodeterminación" (Guerrero, 1956b, p. 107), no como finalidad estática situada al final de un proceso. La marcha del proceso que lleva a producir una obra de arte, entonces, no es un movimiento indeterminado, sino que tiene su propia dirección y su estructura de movimiento:

Literalmente "entelequia" es un "tener en sí el hacia dónde". Pero como el "hacia dónde" es traspasable, se puede traducir como "marcha hacia el Ser que se va estableciendo por sí mismo." (Guerrero, 1956b, p. 108).

Entonces, la operación de diseño entendida como tipo de producción tecnológica no consiste en reproducir o inventar formas, sino en indagar en el proceso mismo de formación constituido por entramados de fuerzas que atraviesan un medio.

En cualquier proceso que persiga un fin, "los hechos son producidos por ciertas operaciones que realiza el investigador sobre alguna región del mundo real" (Ynoub, 2005, p. 18). El diseñador actúa de manera análoga provocando y sosteniendo procesos con el fin de diseñar. Y esas "ciertas operaciones" pueden ser métodos, como los define Jones: "La metodología no debe ser un camino hacia un destino concreto, sino una conversación sobre todas las cosas que podemos hacer que sucedan" (1978, p. X).

Es decir que el entorno en el cual se desarrolla la operación de diseño no es captado de modo directo, sino que se encuentra mediado por teoría¹⁴⁶. La definición del problema en términos (preponderantemente) de diseño resulta de ciertas operaciones que recortan, definen o construyen esa experiencia. Lo que el diseñador encontrará en la práctica de diseño será aquello que la teoría (en el cual fundamenta su actuar) le permita. Construir una operación de diseño es, justamente, problematizar en términos de diseño. Pero esta operación de diseño problematizada como tal por el diseñador, de manera análoga al individuo que opera individuación, es relativa en dos sentidos: no cesa nunca su individuación, y este proceso de individuación de la operación de diseño no solo hace aparecer esta operación (al individuo), sino que hace aparecer la pareja operación de diseño-medio (Simondon, 2009). Operación de diseño y medio asociado coexisten.

El problema de considerar a la operación del diseño, al proyecto y a la fabricación/construcción como cosas distintas, como "más real" al objeto construido que al proyecto, y al proyecto "más real" que las operaciones de diseño no es un problema exclusivo del ámbito del diseño. Étienne Souriau¹⁴⁷ estudia los distintos modos de existencia y su nivel de intensidad¹⁴⁸, entendiendo que hay existencias que son percibidas

¹⁴⁴Guerrero, Luis Juan (1897-1958). Argentino, se formó en las funciones de la ciencia matemática y natural en las universidades de Pennsylvania y Michigan. Graduado en 1925 como Doctor en Filosofía en la Universidad de Zúrich, Suiza. Profesor de Filosofía, de Ética y de Estética en distintas universidades de Argentina.

¹⁴⁵*Entelequia* es un término acuñado por Aristóteles, compuesto por la palabra griega *ἐντελέχεια* (*entelejeia*), combinación de *enteles* ("completo"), *telos* ("fin, propósito") y *echein* ("tener").

¹⁴⁶Étienne Souriau señala que "todo universo [...] es morfológicamente solidario de un testigo con relación al cual se plantea, y al que implica" (Souriau, 2016, p. 331).

¹⁴⁷Souriau, Étienne (1892-1979) Filósofo francés, realizó sus estudios en la École Normale Supérieure en París, y se graduó en el año 1925.

¹⁴⁸La palabra *manera* deriva del latín *manuaria* (*manus*: "mano"; y el sufijo *-arium*, que hace referencia a una pertenencia) y refiere a cómo es que se hacen las cosas, cómo aparecen; mientras que *modo* (del latín *modus*) piensa la existencia a

como "más reales", en el sentido de que a) ganan fuerza, b) adquieren extensión, c) obtienen mayor consistencia o c) constituyen un proyecto que llega a realizarse. Estos niveles de intensidad citados pueden ser organizados en dos grupos: los tres primeros niveles dan cuenta de seres que permanecen en el mismo plano, y que adquieren mayor fuerza al intensificar la realidad de su existencia, mientras que en el último de los niveles citados (el del proyecto y el objeto que se construye) se trata de seres que deben cambiar el plano de su existencia para acrecentar su nivel de realidad. Esto implica afirmar que no hay un único modo de existencia para cada uno de los seres que pueblan este, nuestro mundo: es posible que un mismo ser participe de diversos planos de existencia, como si perteneciera a varios mundos. El mundo queda organizado, en función de la teoría expuesta por Souriau, por seres cuyas realidades son *plurimodales*, o múltiples, de modo que el mundo deviene en un entramado de planos en los que existen estos seres.

El problema de la presencia adquiere un peso relevante en la obra de Souriau; de hecho, este filósofo llega a distinguir entre las artes representativas (de segundo grado) y aquellas artes no representativas (de primer grado). Esta distinción se hace en función de la manera en que se le aparecen, a quien contempla la obra, el conjunto de datos que constituyen el universo de la obra en relación con ella misma. En las obras no representativas el universo de los datos es inherente a la obra misma mientras que, en las obras representativas, Souriau reconoce una dualidad ontológica: la obra por una parte, y los seres originados por su discurso (como sucede con el proyecto y el objeto construido), por otra: "Hay un conjunto totalmente distinto de organizaciones morfológicas, que conciernen a seres suscitados y presentados por su discurso. Estos seres son sus verdaderos motivos de inherencia"¹⁴⁹ (Souriau, 2016, p. 111). Las artes representativas, según estas definiciones, poseen a un mismo tiempo forma primaria y forma secundaria (si por *forma primaria* se comprende aquella que informa directamente los fenómenos de la obra, en su calidad de ser concreto y actualmente presente, mientras que la *forma secundaria* informa sobre un ser originado por un discurso a modo de hipótesis, ontológicamente distinto en absoluto de la obra misma, como sucede con el proyecto como instancia situada entre la actividad de diseñar y la fabricación/construcción en el esquema presentado en esta tesis). La teoría expuesta por Souriau, y específicamente la distinción que realiza entre artes representativas y artes no representativas, arroja luz sobre la incidencia del diseño y la fabricación digital en la reconfiguración del esquema de diseño. La consecuencia de observar a la operación de diseño en función de esta teoría hace que sea posible llegar a entender a la operación de diseño y fabricación digital como un tipo de obra no representativa realizada desde la representación.

Souriau, conocido por sus trabajos en el área de la filosofía del arte¹⁵⁰, se refiere a los modos de existencia mediante conceptos fundamentados en términos jurídicos, antes que estéticos: el sujeto que percibe es un testigo; su percepción no es desinteresada, y consiste a su vez en aprehender lo percibido y dar fe de su valor. El testigo es un actor, no permanece neutro o imparcial, dado que le incumbe la responsabilidad de dar cuenta de aquello que tuvo el privilegio de ver: "De sujeto que percibe (ver), deviene sujeto creador (hacer ver)" (Lapoujade, 2018, p. 20). Detrás del testigo, se reconoce la presencia de un abogado, cuya responsabilidad es la de dar fuerza de derecho respecto de aquello que ha sido percibido. Los diseñadores, en este sentido, son abogados dispuestos a pleitear a favor de entidades que pretenden ser instauradas y sobre cuya legitimidad deben dar cuenta ante fiscales. Estos diseñadores (abogados) deben vencer el escepticismo, el desprecio, la ignorancia que acompaña la instauración de un objeto nuevo en el mundo: "Cada obra por realizar tiene un derecho a la existencia —enfatisa Souriau— que le es propio y realmente individual. Es un ser que se trata de promover, de realizar en cuanto tiene de único, de insustituible" (2016, p. 339).

En los términos de intensidad de lo real propuestos por Souriau, pasar de la actividad de diseñar al proyecto, y del proyecto a la fabricación/construcción del objeto es intensificar la realidad de este ser en particular. El diseñador debe dar pruebas de su validez, de la validez del diseño que justifica la intensificación de la realidad de este para llegar a ser un objeto material, construido. Se instaura, según este modo de pensar, un orden jerárquico, dado que toda existencia injustificada en sí misma recibe su sentido y razón de ser por un fundamento superior, de manera análoga a como un abogado o apoderado recibe sus poderes de una autoridad legal. Se legitiman, así, modos de existencia: "Extraña transformación a través de la cual una existencia adquiere una realidad nueva por el solo hecho de ser legitimada" (Lapoujade, 2018, p. 21).

partir de los límites del ser o de su medida. El modo delimita, mientras que la manera hace manifiesta una forma. Souriau estudia el principio formal que organiza las formas; este filósofo francés concibe la forma en términos hilemórficos: ella (la forma) es la que informa a una materia, mientras que lo formal es lo que organiza las formas: lo formal organiza las formas; y la forma organiza la materia.

¹⁴⁹El mismo Souriau ofrece el ejemplo de un cubo dibujado sobre una hoja de papel; este dibujo representa, con sus solos trazos, un cubo en perspectiva: "En su forma primaria, constituye un conjunto de líneas rectas en un plano, que dibujan un cuadrado y dos trapezios. Mas nos sugiere la idea de un cubo, y lo percibimos bajo esta forma. La forma cúbica, en el espacio de tres dimensiones, no depende del dibujo, el cual es un plano, sino del cubo sugerido. A él corresponde; él es el dato. Podemos llamarlo forma de segundo grado" (Souriau, 2016, p. 112).

¹⁵⁰Dirigió la investigación y la redacción del Vocabulario de estética de más de 1000 páginas.

Entonces, la intensificación de una existencia, como la lucha de esta misma existencia para situarse en el mundo, tiene por correlato su legitimación (en términos jurídicos) para poder existir; es decir que se trata de un problema político, tanto como de diseño y producción material. Posiblemente sea necesaria la intervención de otras existencias para legitimar las nuevas; esto implicaría afirmar que un ser no existe solo por sí mismo, sino que existe porque alguna otra cosa lo legitima, y porque es capaz de llegar a legitimar otras cosas. Todas las existencias, para Sourieau, necesitan de intensificadores para poder acrecentar su intensidad real: cada ser existe porque es auxiliado por otro, y porque es capaz de auxiliar a otros en su existencia.

Souriau distingue el *fenómeno* de la *cosa*, y a cada uno le corresponde un modo de existencia distinto. Los fenómenos son reconocidos por este filósofo francés como "momentos de gracia de la naturaleza descritos en su esplendor repentino" (Sourieau, 2017). El fenómeno logra su modo de existencia propio a partir de una construcción repentina, aún si se disipa de inmediato; el fenómeno es todas sus manifestaciones. La cosa, por su parte, es lo que se mantiene a través de sus manifestaciones: "Ahí está su base de existencia. En tanto que arte de existir, es la conquista y la realización, la posesión efectiva de esa indiferencia a la situación" (Sourieau, 2017, p. 144). La cosa, desde este punto de vista (en términos jurídicos), es una obligación: obligación de permanecer, obligación de responder al ser interpelada. Y la cosa, a diferencia del fenómeno (afirma Sourieau) necesita de un pensamiento para mantener su existencia más allá de sus manifestaciones fenoménicas. Aquí Sourieau equipara el modo de existencia de las cosas¹⁵¹ y el del pensamiento, dado que "el pensamiento está condicionado por la cosa que él mantiene en la existencia, la cual, a cambio, le da su base propia" (Lapoujade, 2018, p. 28). Existen, en el universo descrito por Sourieau, el mundo de los fenómenos, el mundo de las cosas, el universo de las ficciones y el universo de los virtuales. Los imaginarios o ficciones no obedecen a la lógica de aparición de los fenómenos, ni a las leyes de las cosas, sino que se ubican en lo social, en tanto pertenecen a discursos y creencias de un determinado mundo cultural (como los personajes de ficción de las novelas), mientras que a la virtualidad la entiende Sourieau como el resultado de la continuidad lógica de estructuras que no se manifiestan como fenómenos, que no son cosas, y que tampoco son ficciones. Para caracterizar lo virtual Sourieau recurre al ejemplo de la parte ausente de un arco estructural: la parte ausente puede imaginarse, y ese imaginar no es azaroso, ya que sigue las líneas compositivas de lo existente. Otro ejemplo que sugiere es el de los restos de conversación, susceptibles de devenir en un relato coherente mediante el agregado (arte) de piezas faltantes. Los virtuales, para Sourieau, son los que incentivan un deseo de creación, es decir, una voluntad de proceder mediante el arte para intervenir en el mundo: la cuestión aquí tratada por este filósofo francés es la *instauración*. Los virtuales hacen que toda realidad se vuelva inacabada:

Nada, ni siquiera nosotros, nos es dado de otra manera que una suerte de media luz, en una penumbra donde se bosqueja lo inacabado, donde nada tiene ni plenitud de presencia, ni plenitud evidente, ni consumación total, ni existencia plenaria. Esta mesa que toco, estos muros que nos cercan [...] nada de todo eso tiene una existencia pronunciada con suficiente fuerza como para que podamos considerarla de una intensidad satisfactoria. (Sourieau, 2017, p. 228).

La existencia, entonces, exige acciones instauradoras constantes. Sourieau ofrece el ejemplo de una mesa para referirse a las intensidades del existir. Afirmar la existencia de una mesa implica hacer manifiesto el mínimo exigible requerido para dar testimonio de su existencia; pero si a ella le añado consumaciones de distinta índole (como intelectuales¹⁵², artísticas¹⁵³) la mesa adquiere otro tipo de existencia que sobrepasa el testimonio, admitido como mínimo indispensable para poder dar cuenta de ella. Incluso el proyecto de una mesa es una manera de existir de esa mesa. El acontecimiento, y no la cosa, adquiere relevancia en la filosofía de Sourieau; es el mundo de lo sináptico lo que adquiere relevancia por sobre el mundo óptico: "hace un momento había un vaso entero; ahora hay estos pedazos. Entre los dos, hay lo irreparable" (Sourieau, 2017, p. 178).

Para Sourieau, entonces, la fenomenología resulta insuficiente para captar el fenómeno completamente, dado que este, el fenómeno, es siempre percibido según un punto de vista que se sustenta en datos que son útiles a quien percibe. Y esos datos son útiles¹⁵⁴ para quien percibe porque aseguran la continuidad de su propio mundo de lo percibido. Sourieau vincula las relaciones existentes entre lo dispuesto con un punto de vista interior del fenómeno: percibir, para este filósofo francés, no consiste en observar desde fuera un mundo que se despliega ante un sujeto, sino que estriba en entrar en un punto de vista, dado que la percepción misma es participación. Para poder ver, entonces, hace falta un arte, dado que todo modo

¹⁵¹El pensamiento no figura allí un ser aparte, anterior o ulterior. A través de él es que se constituye la ciencia reica, pero también él mismo se constituye en ella, reside en ella, opera en ella. Es allí factor de realidad" (Sourieau, 2017, p. 148).

¹⁵²Analizando su significación en tal o cual lugar, siendo parte de tal o cual acontecimiento.

¹⁵³Siendo retratada por un artista, pasando a formar parte de una pintura, escultura, instalación, film, cuento o novela.

¹⁵⁴Funcionales.

de existencia envuelve un punto de vista¹⁵⁵: "Es incluso en esto que se distingue de la simple y pura existencia¹⁵⁶" (Lapoujade, 2018, p. 41).

La filosofía de Sourieau, útil a los intereses perseguidos en la presente tesis, se presenta como una ontología pluralista que sirve de fundamento a una filosofía perspectivista (dado que cada modo está sujeto a un punto de vista); y estos modos particulares de cada punto de vista se presentan sujetos a un formalismo, dado que cada punto de vista presenta una arquitectónica singular: los problemas¹⁵⁷ relacionados con la existencia de las cosas diseñadas estriban en la incertidumbre que introducen en la re-distribución de lo real. El punto de vista no preexiste a lo que él pone en orden, ni lo que es puesto en orden preexiste al punto de vista; antes bien, se desarrollan juntos. Si las perspectivas no se añaden desde fuera a un mundo preexistente, existen una multiplicidad de gestos y maneras, y no algo así como un "mundo en común". Si existe o no un mundo, es un tema que no será tratado en el presente trabajo de investigación; pero es significativo que Sourieau detecte una diferencia entre modos de ser y realidad: la cuestión de la existencia está relacionada con los modos de ser, mientras que los grados de realidad tienen que ver con la posesión (en donde "posesión" no consiste en apropiarse de un bien, sino en hacer existir algo como propio, es decir, "apropiarse a...", apropia su existencia a nuevas dimensiones¹⁵⁸).

Sourieau emplea el concepto de *anáfora*¹⁵⁹ con el fin de dar cuenta de la repetición de situaciones en las que se debe dar razones de la existencia con el fin de intensificarla, para acrecentar su nivel de realidad. La *anáfora*, en la teoría de Sourieau, es un proceso de intensificación que consiste, en algunos casos, en la permanencia del ser en un mismo plano de existencia; en otros casos, como es el del proyecto en relación con la fabricación, la intensificación trata con dos planos distintos de existencia. La instauración, por otra parte, es sentar la existencia de un ser de manera similar a como lo hace una institución. La fundación, en cambio, preexiste al acto de instauración, dado que "fundar es hacer preexistir, mientras que instaurar es hacer existir, pero hacer existir de una manera, cada vez (re)inventada" (Lapoujade, 2018, p. 73). En el segundo caso, la *anáfora* como proceso reduce la distancia entre esos dos planos¹⁶⁰ (el del proyecto y el de la fabricación/construcción), aunque la distancia entre esos dos planos, según la teoría de Sourieau, nunca llega a ser abolida.

En función de lo expuesto por Sourieau, es posible ver al diseñador como abogado de existencias débiles; existencias que solicitan existir en otro modo, o alcanzar otro nivel de realidad. Gastón Breyer reconoce en Sourieau a un "filósofo, esteta y teórico del teatro"¹⁶¹ (2005, p. 167). Este arquitecto argentino concibe la operación de diseño como un proceso de transformación:

En tal proceso, los agentes del acto (autor..., técnicos..., público), se solidarizan a lo largo de un vector que los homogeneiza y reduce la omnipotencia del "acto creador" en beneficio de una socialización de la comunicación. (Breyer, 2005, p. 163).

Breyer identifica puntos o instancias singulares en el proceso de diseño, y entre esos puntos reconoce, a su vez, similitudes y diferencias: estas son las consecuencias de la acción del proceso. La transformación eslabona las instancias iniciales con aquellas finales; este es un proceso de *isomorfía*. Cualquier instancia que se considere a lo largo de ese vector temporal de transformación que une las instancias primera y última dará una forma isomorfa coherente y "derivada respecto de los instantes anteriores y posteriores" (Breyer, 2005, p. 143). Reconocer esas instancias que sirven para percibir el cambio en el proceso implica asumir el riesgo de considerar el proceso temporal en términos espaciales, como si la duración de las acciones fuesen sucesiones de instancias alineadas (como fotogramas). Henri Bergson alertaba sobre este error señalando que "la eliminación del tiempo es el acto habitual, normal, banal, de nuestro entendimiento" (2013, p. 38).

¹⁵⁵Es decir, que es necesario encontrar el punto de vista de la cosa.

¹⁵⁶Aquí puede plantearse la diferencia entre materia y material: lo que diferencia el material de una materia es que el primero (como consecuencia de las intenciones del diseñador) está animado de fuerzas, posee dinamisismos que hacen de él una realidad susceptible de ser relacionada como una heterogeneidad más en la operación de diseño; y esto es así porque, como acaba de señalarse, todo modo de existencia envuelve un punto de vista.

¹⁵⁷"El pasaje de un modo de existencia, a otro, siempre es problemático" (2018, p. 61), señala Lapoujade.

¹⁵⁸"En este sentido —explica Lapoujade— apropiarse es dar autonomía a lo que existe por sí mismo y que, habida cuenta de su inacabamiento constitutivo, tienen necesidad de un otro para poder existir más o de otro modo" (2018, p. 61).

¹⁵⁹Vocablo proveniente del griego ἀναφορά significa 'repetición'. Consiste en una figura retórica que se manifiesta como repetición de una o varias palabras al principio de un verso o enunciado; mientras que en prosa puede presentarse como repetición de distintas frases o grupos sintácticos. En lingüística, el término *anáfora* refiere a una expresión cuya interpretación depende de otra expresión que se encuentra en el contexto del mismo discurso; o puede depender, también, de otra expresión precedente.

¹⁶⁰"Esa progresión de la obra es el acercamiento progresivo de los dos aspectos existenciales de la obra, por hacer, o hecha. Llega ese último toque de desbastador, en ese momento toda la distancia es abolida. La arcilla modelada es como el espejo fiel de la obra por aparecer, y la obra por hacer está como encarnada en el bloque de arcilla. No forman más que un único y mismo ser. ¡Oh, nunca totalmente, por supuesto!" (Sourieau, 2017, p. 246).

¹⁶¹Uno de los textos publicados por Etienne Sourieau, del año 1950, se titula *Las doscientas mil situaciones dramáticas*.

Pero aquí no se pretende “salir del tiempo” para dar cuenta de la operación de diseño y fabricación digital, sino resituarse en la duración sin perder de vista la movilidad y el cambio¹⁶². Para ello, Simondon señala que la realidad puede ser aprehendida por sus manifestaciones, es decir, cuando cambia: “La individuación de los seres sólo puede ser captada por la individuación del conocimiento del sujeto” (Simondon, 2009, p.44).

Un dato importante que se desprende como consecuencia del planteo efectuado por Breyer es que existen instancias anteriores a la operación de diseño y posteriores a ella, las cuales podrían ser consideradas como parte de la misma operación si así se decidiese: “Podemos desbordar hacia el pasado o hacia el futuro, el lapso de la obra” (Breyer, 2005, p. 144). Así entonces, el autor de la obra es ya un transformador, el actor, el director, el coreógrafo, pero también, el público: “La individuación no es el resultado del devenir [...], sino el devenir en sí mismo” (Simondon, 2005, p. 32). El único ser, entonces, es el devenir¹⁶³ (no debe identificarse *preindividual* con *ideal*, ni *ser sustancial* con *objeto resultante de la operación de individuación*).

Partiendo de la noción de *modo de existencia* desarrollada por Simondon, y de las intensidades de la existencia especificadas por Étienne Souriau, es posible abordar la cuestión de la técnica sin caer en la referencia excesiva a uno de sus resultados: los objetos técnicos (resultado o producto de una operación de diseño). Es posible, entonces, tratar de definir el modo apropiado de la técnica como un movimiento, una acción, una operación.

3.4. De las definiciones al esquema de la operación de diseño

Para que una sucesión de acciones pueda ser representada, es necesario que estas se encuentren estructuradas en un esquema (Samaja, 2008); de esta manera, una acción inasible¹⁶⁴ deviene en repetible, reproducible, manipulable. "Existe otra realidad que no podemos ver —afirma Joan Costa— ni directa ni indirectamente, por el sencillo hecho de que no es una 'realidad visual', sino un universo de fenómenos" (Costa, 1998, p. 13). La operación de diseño es un fenómeno invisible, inasequible, que puede ser captado en el momento en el que se está llevando a cabo o mediante la tarea de observar y registrar productos de esta operación (dibujos, archivos CAD, maquetas). Entonces el esquema, como aquí es presentado, cumple la tarea de visualizar un fenómeno concreto que no es de naturaleza visual. Mediante el esquema es posible estudiar, también, cuándo hay operación de diseño (no solo lo que es, y cómo es que sucede).

En tanto esquema, la operación de diseño ha sido aquí definida como secuencia de acciones estructuradas en tres instancias: a) la práctica de diseño, b) el proyecto y c) la fabricación o construcción.



Dicho esquema no es arbitrario, sino que ha sido construido organizando tipos de definiciones de la operación de diseño y en función de teorías provenientes de la ontología, más específicamente, de la

¹⁶²Kaja Silverman señala respecto de los objetos que son observados que “aunque no podemos controlar lo que le ocurre a una percepción antes de hacernos conscientes de ella, podemos revisar retroactivamente el valor que adquiere para nosotros en un nivel consciente. Podemos mirar un objeto por segunda vez, a través de parámetros representacionales diferentes [...]. Aunque tal visión sólo puede tener una eficacia muy limitada y debe repetirse con cada nueva percepción visual, es un paso necesario para que el sujeto entre en una relación ética y no violenta con el otro” (2009, p. 11).

¹⁶³El pensamiento ontológico que Simondon plantea no es fácil de captar, dado que el ser no es inmovilidad, estabilidad estática; tampoco es un fluir en su totalidad. La individuación no agota el ser, dado que queda potencial que garantice un devenir. De aquí la distinción entre ser e individuo: el ser es más vasto que el individuo; este último es una instantánea, una imagen estática de la operación de individuación de ese ser.

¹⁶⁴Jorge Sarquis reconoce que “otro aspecto de la práctica, la praxis [...] se ocupa del obrar y no deja un producto observable y permanente” (2010, p. 18).

denominada *teoría intencionalista*¹⁶⁵ de los artefactos (Parente, 2013). Esta perspectiva describe la operación que lleva a concebir a los artefactos¹⁶⁶ de la siguiente manera:



La relación entre el autor y la obra debe guardar una "dependencia contrafáctica" (Parente, 2013, p. 356), es decir, este vínculo se genera en función de situaciones que podrían ocurrir si se cumplieren las intenciones del autor. Risto Hilpinen¹⁶⁷ y Amie Thomasson¹⁶⁸ vinculan el artefacto con su autor mediante el concepto de *autoría*, concediéndole menor importancia a la idea de función en el esquema intencionalista.

El análisis realizado por Hilpinen —señala Parente— se focaliza en la relación entre la intención del autor y el producto; condición excluyente para que exista un artefacto es que "exista un agente cuya intención contenga alguna descripción del objeto" (Parente, 2013, p. 357). Amie Thomasson, por su parte, como lo afirma Hilpinen, sostiene que un artefacto debe ser el producto de intenciones humanas. Los artefactos son usualmente entendidos como objetos hechos para cumplir con algún propósito. Puede argumentarse, a partir de una mirada superflua de la cuestión de la autoría, que la dependencia del artefacto respecto de la autoría humana podría no tener consecuencias importantes desde el punto de vista ontológico o epistemológico. Hilpinen y Thomasson sostienen exactamente lo contrario: los artefactos y los tipos de artefactos están estrechamente relacionados con la autoría al menos de tres maneras: a) en términos de la metafísica (las naturalezas metafísicas de los tipos de artefactos están constituidas por los conceptos y las intenciones de los fabricantes, una característica que los diferencia de forma crucial de los tipos naturales); b) según conceptos epistémicos (son los autores de los artefactos los que establecen, en principio, la naturaleza de estos, y son estos mismos autores conocedores del proceso que los ha llevado a crearlo y de la propia naturaleza del artefacto) y c) semánticamente (esto es así porque no puede haber referencia a tipos de artefactos sin un concepto relevante que, a su vez, desempeñe un papel en la determinación de la extensión del término; su existencia no es independiente del conocimiento que los seres humanos tengan de estos artefactos).

El esquema que sirve aquí para identificar la serie de acciones que intervienen en la operación de diseño se construye, entonces, en función de la teoría intencionalista de los artefactos. Servirá de punto de partida para contrastar las teorías sobre la operación de diseño fundamentadas en modelos hilemórfico/intencionalistas con la operación de individuación.

3.5. La operación de diseño entendida como operación técnica

La operación de diseño no es un sistema hecho de partes armónicamente unificadas. Antes bien, está compuesta por relaciones de heterogeneidades ontológicamente diferentes, que operan individuación con ritmos propios, que se han originado en momentos y lugares diferentes unas de otras.

El término *operación* deriva del latín *operatio*, cuyo significado es "acción y efecto de realizar un trabajo"¹⁶⁹. Debe notarse que, a diferencia de lo que sucede con el operacionismo, aquí los conceptos no son

¹⁶⁵El intencionalismo afirma que el modo singular de estar en el mundo de un artefacto está determinado por una dependencia intrínseca y constitutiva de ciertos estados mentales, y es la intencionalidad la aproximación de tales estados.

¹⁶⁶El término *artefacto* se deriva de las palabras latinas *ars* o *artis* (destreza) y *factus* (hecho), para designar a los objetos cuya fabricación requiere alguna destreza. El término latino *ars* englobaba a las técnicas y a las artes, lo que no sucede con el término castellano *arte* derivado de él. Disponible en: <https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Artefacto>

¹⁶⁷Hilpinen, Risto (1943). Profesor de filosofía sueco.

¹⁶⁸Thomasson, Amie (1963). Doctora en filosofía estadounidense.

¹⁶⁹El término *operacionismo*, por otra parte, da cuenta de los conceptos teóricos que se entienden como el conjunto de operaciones que son interpretadas en términos de derivaciones sinónimas del respectivo concepto. En relación con las operaciones, estas pueden ser físicas en caso de que el concepto sea físico, o bien mentales cuando el concepto es mental. Esta definición, expuesta por Bridgman (1882-1961), se fundamenta en la tesis de que toda expresión

sinónimos de las operaciones correspondientes que derivan, dado que las construcciones no son estructuras teóricas elaboradas mediante relaciones lógicas de conceptos. Por el contrario, aquí se afirma que, al establecer flujos de trabajo de código a máquina, la operación de diseño escapa al orden de producción lineal (de los conceptos se materializan acciones) y puramente replicativo; orden en el cual el objeto resultante de la operación debe ser semejante a su definición digital. Es incorporando *información* del material en el modelo digital la manera en que surgen propiedades físicas y estéticas que no habían sido pensadas previamente, lo que arroja la consecuencia de que la fabricación/construcción devenga en parte constituyente de un proceso de diseño no lineal en el que se reconocen (y promueven) retroalimentaciones.

Simondon, en *El modo de existencia de los objetos técnicos*, afirma que aquello que caracteriza a un objeto técnico como tal es su modo de existencia¹⁷⁰, y no su utilidad (aquello para lo cual puede servir). El modelo ontológico provisto por Simondon¹⁷¹ permite analizar a la operación de diseño en relación con la invención y la imaginación (Simondon, 2013), y con la operación de individuación. Entonces, si objeto técnico es aquello de lo cual existe una génesis y evolución, es posible afirmar que la operación de diseño (de la cual es posible trazar una genealogía) en la cual se constata un proceder que se dirige de lo abstracto a lo concreto es un objeto técnico¹⁷². El hecho de que el objeto sea un artefacto, es decir, fabricado/construido por un ser humano, tampoco es lo que define a un objeto técnico como tal. Lo que define a un objeto técnico como tal es su concretización: "El problema técnico es más bien la convergencia de las funciones en la unidad estructural que la búsqueda de un compromiso de exigencias en conflicto" (2008, p. 44), afirma Simondon. El objeto técnico existe al finalizar una serie convergente, serie que es movida por una necesidad interna que es propiamente técnica; es decir, para que este objeto funcione de manera no autodestructiva, excluyendo causas extrínsecas (como la económica, las denominadas *psicosociales*). Las causas extrínsecas no se niegan, pero Simondon las distingue cuidadosamente para poder llevar a cabo el estudio del objeto mismo.

Lo que hace que un objeto sea técnico es su ser propio, y no la manera en que puede resultar útil o funcional a la realización de determinadas tareas. Y la manera de responder a esta cuestión no se lleva a cabo observando al objeto únicamente, sino prestándole atención a su génesis. La génesis a la cual se le presta atención es la de toda la tecnicidad; y es génesis entendida como proceso de individuación. Hay génesis cuando en el devenir de un sistema rico en potenciales, en el que se deben resolver incompatibilidades internas, se descubre la posibilidad de establecer compatibilidades a través del advenimiento de estructuras (Simondon, 2008), y es esta estructuración el fundamento de un equilibrio no estable. Con esta definición de génesis de un objeto se extiende el alcance de esta operación de diseño más allá de la fabricación/construcción de objetos, e involucra al usuario (operador) como una heterogeneidad más en la operación de concretización de este. Es decir que el ser humano, y los objetos, hacen sistema; pero este sistema (y aquí se encuentra una de las claves para comprender el aporte de Gilbert Simondon a la teoría de la individuación y a la filosofía de la técnica) no tiende a un equilibrio estable¹⁷³. Los sistemas que operan individuación llevan a cabo resoluciones sucesivas de tensiones generadas por incompatibilidades de las heterogeneidades que son puestas en relación; estas resoluciones consisten en el descubrimiento de nuevas estructuras resolutorias del sistema con potencial suficiente como para inaugurar, y sostener, dinámicas resolutorias: "El potencial es una de las formas de lo real, tan completamente como lo actual" (Simondon, 2008, p. 172). Los potenciales no se agotan, no se destruyen, con el descubrimiento de una estructura.

Para Simondon, el objeto técnico es una traducción física de un sistema intelectual antes que una prolongación o exteriorización de alguna potencia orgánica. Y antes que una creación definitiva, estable, el objeto técnico es una resolución de tensiones en la dinámica mental del ser humano, es decir, una invención.

correspondiente al vocabulario teórico —o no observacional— de una teoría científica es sustituible, sin ganancia ni pérdida de significado, por un conjunto de términos pertenecientes exclusivamente al vocabulario observacional. Un término operacional, entonces, sería aquel (y solo aquel) susceptible de ser expresado en términos de una operación de medida.

¹⁷⁰Señala Jean-Yves Chateaux que "el carácter objetual del objeto técnico, que es examinado [por Simondon] en el curso de 1960, debe ser distinguido del carácter objetivo, que es fundamento del modo de existencia en *El modo de existencia de los objetos técnicos*" (Chateaux, en Simondon, 2017, p. 17).

¹⁷¹El marco teórico de la presente tesis ha sido construido desde la obra filosófica del filósofo francés Gilbert Simondon. El pensamiento de este filósofo de la técnica sirve como modelo que permite efectuar una visión particular de la operación de diseño y, muy particularmente, del diseño y la fabricación digital.

¹⁷²Leroi-Gourhan propone, hacia el año 1930, la teoría de que los objetos técnicos poseen su propia categoría taxonómica universal, similar al *phylum* empleado en el reino animal. Es decir que este *phylum técnico*, en tanto universal, atraviesa la totalidad de culturas sin ser dependiente de ellas.

¹⁷³Henri Bergson, con su teoría del impulso vital (*élan*), da cuenta de aquello que le falta a la teoría de la adaptación de los seres vivos al medio; sin embargo, resulta insuficiente para dar cuenta de la relación del impulso vital del ser vivo y su adaptación al medio. Simondon reemplaza estas dos nociones (*élan* y medio) por el concepto de *operación de individuación*.

Simondon no define la relación del ser humano con el mundo como una simple adaptación del primero al segundo. Esta relación no es un proceso en el cual el ser humano persigue un fin único; este proceso consiste en la sucesión de estructuraciones que resuelven de manera provisoria los problemas planteados por las incompatibilidades de las heterogeneidades puestas en relación. La concretización del objeto técnico solo es posible con su medio asociado (*milieu*). Parte del medio es incorporado al objeto; y estas incorporaciones intervienen como condición de funcionamiento del sistema. Estas incorporaciones pueden consistir tanto en materiales (en distintos estados) como en *información*. La artificialidad, en los términos en que Simondon plantea la cuestión, no está dada por el hecho de que el objeto sea construido por el ser humano (en oposición a la espontaneidad natural), sino que es “aquello interior a la acción artificializante del hombre” (Simondon, 2009), es decir, interviniendo sobre objetos naturales, o fabricando completamente un objeto.

Simondon, cuando nombra a los objetos técnicos, está haciendo referencia a aquellos artefactos diseñados para desempeñarse de manera fiable durante largos períodos de tiempo (turbinas, motores, ferrocarriles, aviones). En *El modo de existencia de los objetos técnicos*, reconoce una belleza propia en los objetos técnicos¹⁷⁴: “Esta belleza aparece cuando estos objetos están insertos en un mundo, sea geográfico o humano: la impresión estética es entonces relativa a la inserción; es como un gesto” (Simondon, 2008, p. 203). Lo bello, entonces, es ese punto singular que concretiza la relación entre el objeto técnico y el mundo: no solo es bello el objeto técnico, y el punto del mundo con el que se relaciona, sino el conjunto en su totalidad. La belleza del objeto técnico, entonces, no solo está dada por su percepción, sino que deviene tal cuando el objeto técnico es comprendido y pensado. La cultura (a la que refiere Simondon) margina a los objetos técnicos del ámbito de los objetos estéticos, argumentando que el objeto técnico solo está destinado a cumplir funciones útiles. Simondon, en el año 1982, escribió una carta a Jacques Derrida¹⁷⁵ sugiriéndole la fundación de una tecno-estética:

Hay que convocar también al pensamiento y a las realizaciones, pensados reflexivamente o no, de la estética. ¿Por qué no pensar en la fundación, quizás en la axiomatización provisoria, de una esteto-técnica o una tecno-estética? Valéry le hace decir a Eupalinos: “Ahí donde el paseante no ve sino una capilla elegante, vuelvo a encontrar las proporciones exactas de aquella hija de Corinto que amé con tanta felicidad”. (Simondon, 2017, p. 367).

Técnica y estética están vinculadas por un gradiente, continuo: “Quizás no sea cierto que todo objeto estético tenga un cierto valor técnico, pero todo objeto técnico tiene, bajo un cierto aspecto, un tenor estético” (Simondon, 2017, p. 371). Para fundamentar su argumento a favor de la tecno-estética, cita obras de Le Corbusier, Xénakis¹⁷⁶, obras como la Torre Eiffel, o el Viaducto de Garabit, y define al arte como una cierta forma de acción, además de objeto de contemplación. Es posible considerar a la operación de diseño como operación técnica porque ella misma es resultado del uso y la aplicación de tecnologías, y porque se individualiza por concretización (sobresaturación y convergencia) hasta converger en una estructura (el objeto buscado). La necesidad de la convergencia ha transformado a la operación de diseño y fabricación digital en un espacio de promoción del conocimiento integrador (el desarrollo tecnológico ha dado lugar a una creciente especialización, y consecuente separación, del conocimiento sobre las técnicas).

Simondon distinguía entre los elementos (herramientas entendidas como extensión del cuerpo humano), los individuos técnicos (consistentes en máquinas que pueden operar prescindiendo del auxilio del cuerpo de los seres humanos, deviniendo estos últimos en su gestor) y los conjuntos técnicos (conformados por individuos técnicos, y es a este nivel que planteaba la posibilidad de reintegrar el objeto técnico en el ámbito de la cultura). Los objetos técnicos concretos son aquellos que resultan de una serie de convergencias que han llevado a este objeto a comportarse como un sistema coherente.

Como ya se ha señalado, Simondon reemplaza la noción de *forma* por la de *información* en el marco de la teoría de la operación de individuación. La operación de diseño posee un margen de indeterminación que es constitutivo de su razón de ser; ese margen de indeterminación la hace susceptible de recibir información. Esta apertura que la indeterminación posibilita crea las condiciones necesarias para que intervenga el diseñador (entre otros actores) como gestor y promotor de cambios en lo que está siendo

¹⁷⁴Simondon responsabiliza a la cultura occidental por la separación de la unidad mágica primitiva (la relación existente entre ser humano y mundo) en religión y en tecnicidad. Cada una de estas (la religión y la tecnicidad) tienen una dimensión práctica y otra teórica. El pensamiento estético relaciona tecnicidad con religión.

¹⁷⁵La carta fue redactada como respuesta a la propuesta de Jacques Derrida de crear un colegio internacional de filosofía. En la carta, Simondon le sugiere incluir la tecnología y la religión como temas a ser tratados por ese colegio. Esta carta no fue enviada a Derrida, solo un breve resumen. Años después, en 1991, la esposa de Gilbert Simondon envió esta carta a Derrida, quien la publicó en el año 1992 en la revista *Papiers* (revista oficial del Colegio Internacional de Filosofía) en ocasión de un coloquio organizado para difundir la obra de Gilbert Simondon.

¹⁷⁶Xenakis, Iannis (1922-2001). Compositor e ingeniero civil de ascendencia griega. Entre sus composiciones se destacan “Metástasis”, “Nomos Alpha” y “Concert PH”.

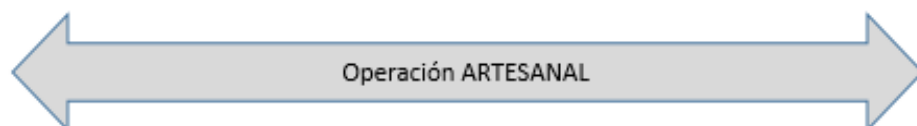
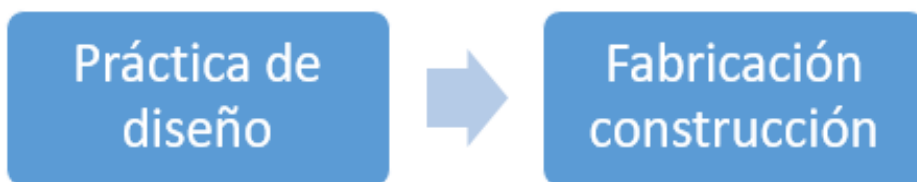
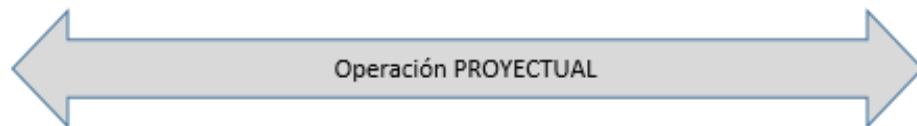
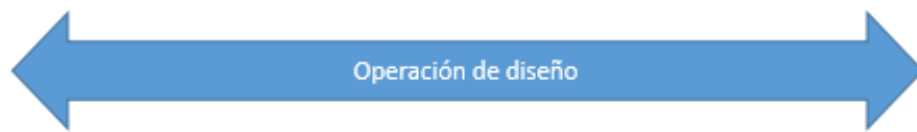
diseñado. La actividad del diseñador es "una invención perpetuada" (Simondon, 2008, p. 34) porque consiste en prácticas en las que la invención desempeña un rol preponderante. La tensión entre heterogeneidades (resultado de los desequilibrios producidos por indeterminaciones), nuevamente, es la que define la información. La tensión en la información será caracterizada por Simondon como poseedora de propiedades de ordenación, de estructuración. La tensión que se da para que haya información no es suficiente para que se lleve a cabo una operación de diseño, sino que es necesaria, también, la existencia de un medio formado por otras heterogeneidades (este medio corresponde a la antigua materia del modelo hilemórfico; pero ahora se trata de materia informada) a la espera de alguna estructuración posible.

La operación técnica de diseño, entonces, debe enfrentar continuos problemas de coexistencia entre aquellas heterogeneidades que resultan disparidades al ponerlas en relación. Y estos problemas internos de coexistencia son, muchas veces, indisociables de aquellos otros de compatibilidad entre la misma operación y determinados umbrales que el medio contrapone. El margen de indeterminación y de apertura permite vincular distintos conjuntos entre sí, relacionándolos mediante la información que es aportada y gestionada por el diseñador, quien participa regulando ese intercambio. La operación de diseño aparece como un lugar caracterizado por la existencia de precarios equilibrios metaestables que amenazan con quebrarse, expuestos al fracaso.

Interacciones y vínculos pueden poner en cuestión y redefinir los equilibrios metaestables de la operación; así es que lo contingente del medio ejerce un rol constitutivo en esta operación y puede este vincularse a él a partir de su grado de indeterminación, aportando un nivel de incerteza respecto de la dirección en la cual la operación debe orientarse. Las tensiones producidas entre las relaciones existentes en la operación de diseño que dejan márgenes de indeterminación y las contingencias de los eventos singulares son rasgos característicos de momentos cruciales de la historia de la operación técnica de diseño.

3.6. Tipos de operaciones tecnológicas consideradas en la presente investigación

La concepción usual y restringida de la técnica es aquel dominio específico de los útiles o instrumentos. La técnica designa los "saber-hacer" (Stiegler, 2002a, p. 145) reflejados en el modelo hilemórfico construido en torno a un artesano operador de la *poiesis*. El hacer humano, en distinta medida, es una *techné*. En el presente trabajo se distinguen tres tipos de operaciones tecnológicas, caracterizados en función de las actividades que las unidades activas de los sistemas tecnológicos llevan a cabo para diseñar.



La clasificación de los tipos se hará en función del mismo esquema construido para aprehender la operación de diseño. Distinguiremos, entonces, entre: a) operación proyectual, b) operación de diseño, c) operación no proyectual y d) artesanía.

3.6.1. a) Operación proyectual

Existe una gran cantidad de definiciones sobre el proyecto en el ámbito del diseño. Estas pueden organizarse, entre otras tantas maneras, en función de la relación que se establece entre la etapa de elaboración del proyecto, la definición de este y la fabricación/construcción del objeto. Alfonso Corona Martínez, en *Ensayo sobre el proyecto* (1998), ofrece una definición de *proyecto de arquitectura*¹⁷⁷ en la que es clara la distinción entre el proyecto materializado mediante dibujos en el papel y los edificios resultantes en su realidad física tridimensional. Corona Martínez (1998, p. 10), con el fin de arrojar luz sobre el modo de representar el proyecto de arquitectura, señala que este se encuentra condicionado por dos hechos:

1. La separación entre diseñadores y ejecutores, como personas distintas [...] crea la necesidad de objetivar las ideas de los primeros y expresarlas en un lenguaje comprensible para los segundos y
2. la proximidad o lejanía respecto de un "tipo" conocido.

Se percibe, en dichas definiciones, la independencia del proyecto respecto de la construcción del edificio. Es decir que el arquitecto no opera de manera directa sobre la materia misma, sino que lo hace de forma mediatizada por el proyecto¹⁷⁸, que es elaborado previamente a la construcción del edificio¹⁷⁹. El proyecto es, para este autor, un objeto que sirve para crear otro objeto: el primero de estos, el proyecto¹⁸⁰, consiste en documentación técnica (planos, maquetas, etc.); el segundo es la obra o edificio.

César Jannello¹⁸¹ puede afirmar que el diseño "es el conjunto de instrumentos conceptuales mediante el cual se define, determina y concreta la forma de un objeto material" (Carvajal, 2005, p. 29). Es decir que el diseño es un sistema de elaboración formal, pero no es el sistema al que le compete la realización material del objeto; "es independiente de la materia a la cual se aplica, y constituye una disciplina autónoma" (Janello en Carvajal, 2005, p. 30). El diseño, entonces, es el momento de creación en el que se trata con posibilidades, consistente en un hacer aparecer, en determinar y delimitar, en comenzar a presentar formas que no existían antes de este hacer aparecer. Esto le permite a Janello afirmar:

La creación se diferencia así netamente de la ejecución, y esta a su vez se divide en ejecución del proyecto y producción del objeto. Ambos momentos están sujetos a normas tecnológicas específicas. (Janello en Carvajal, 2005, p. 30).

Nigel Cross afirma que el objetivo final de la operación de diseño "es la producción de una descripción de un artefacto. Esta debe ser comprensible para aquellos que fabricarán el producto. Por esta razón, la forma de comunicación más ampliamente utilizada es el dibujo" (2005, p. 12). Sin embargo, ya en 1989, el mismo Cross reconocía la posibilidad de llegar a cumplir con este cometido (la producción de la descripción de un artefacto) y llegar a la fabricación/construcción sin necesidad de tener que comunicar a terceros, mediante un proyecto expresado en dibujos, las características de ese objeto a fabricar/construir. Cross notaba:

Es posible, por lo tanto, imaginar un proceso de diseño en el cual no se elaboren dibujos para una comunicación final. El diseñador podría ser capaz de elaborar un modelo a escala o al tamaño real del artefacto, y luego podrían tomarse las medidas directamente y transmitirse a máquinas controladas numéricamente. (Cross, 2005, p. 14).

¹⁷⁷Definición que se ajusta a las condiciones del ámbito de la enseñanza de esta actividad.

¹⁷⁸El diseñador puede carecer de determinadas habilidades, o simplemente omitir realizar acciones destinadas a producir el objeto diseñado (como ser cortar la madera, soldar hierros) pero debe ser competente en lo que respecta a la organización de las actividades en vistas a que la fabricación/construcción sea posible.

¹⁷⁹Cross señalaba este orden entre instancias cuando afirmaba que "el proceso de fabricar algo no puede iniciarse antes de que se haya completado el proceso de diseño" (2005, p. 11).

¹⁸⁰El proyecto detiene (estabiliza) la búsqueda de las posibilidades de ser del objeto que está siendo diseñado.

¹⁸¹Jannello, César (1918 – 1985). Arquitecto y diseñador argentino. Docente y teórico del diseño, fue profesor titular de la Cátedra de Visión en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, como así también, creador de la Cátedra de Semiología Arquitectónica de la Universidad de Buenos Aires. Profesor de la cátedra de Composición Plástica de la Escuela de Cerámica en la Facultad de Arte de la Universidad Nacional de Cuyo. Autor de la Silla W, utilizada posteriormente por Le Corbusier para amueblar la Casa Curutchet. Desde los sesenta y hasta su muerte focaliza su investigación en torno a la semiótica del arte, el diseño y la arquitectura. Profundiza en temas de visión como color, textura, estructura y forma. Fue autor del *Diccionario de la Forma*, obra reconocida a nivel internacional por sus aportes al estudio del color y la luz. Jannello es uno de los pocos arquitectos citados por Gilbert Simondon en su obra (Simondon, 2013, p. 104).

Dicha afirmación fue hecha por Cross cuando todavía no se habían desarrollado *softwares* eficaces ni computadoras veloces y confiables para el modelado 3D; y cuando se asociaba la producción mediante máquinas automatizadas con valores expresados en números, y a los números con el cálculo ingenieril.

Cross se esforzó en deshacer el mito del diseñador creativo, caracterizado como aquella persona que "responde (después de un tiempo adecuado) con una propuesta de diseño, como si la sacara de la nada" (Cross, 2005, p. 16). Planteó una serie de métodos (equiparándolos con procedimientos) que se ajustan a una determinada estrategia adoptada por el diseñador:

1) Árbol de objetivos: exposición mediante formatos claros y sintéticos, con el fin de dar cuenta de los objetivos que están siendo buscados con la operación de diseño. Si estos objetivos cambiasen durante la operación, podrían ser contrastados los nuevos objetivos con sus predecesores gracias a la claridad de presentación de estos.

2) Análisis de funciones: considerar las funciones del objeto que está siendo diseñado le ha permitido a Nigel Cross plantear el método de la caja negra/caja transparente. El punto de partida de este método consiste en concentrarse en lo que el nuevo diseño debe lograr y no en cómo lo logrará; la caja negra actúa transformando determinados *inputs* en *outputs*. Es allí donde se concentran todas las funciones que deberán ser cumplidas por el artefacto que está siendo diseñado para que se obtengan los efectos deseados. Al ir estudiando las funciones que deberá cumplir ese objeto, y al subdividir las funciones principales en otras subsidiarias, la caja negra irá tornándose transparente, hasta el punto de llegar a exhibir un mapa de funciones que deberán ser materializadas por mecanismos específicos del artefacto que está siendo diseñado.

3) Especificación del rendimiento: el rendimiento del artefacto que está siendo diseñado está definido por umbrales; estos ofrecen una noción de la envergadura de aquello que se diseña, es decir, la escala apropiada relativa a los requerimientos prestacionales.

4) Despliegue de la función de calidad: las especificaciones dicen lo que el artefacto debe hacer —no necesariamente lo que debe ser— y fijan los rangos o límites dentro de los cuales se encuentra el rendimiento aceptable.

5) Diagrama morfológico: consiste en un método que motiva al diseñador a identificar combinaciones novedosas de elementos y componentes, dado que lo que se diseña es, muchas veces, una variante o modificación de productos ya existentes.

6) Objetivos ponderados: la elección de diferentes alternativas es una de las características de la actividad de diseño; este método asigna valores numéricos a cada uno de los diseños alternativos, medidos con los objetivos correspondientes.

7) Ingeniería de valor: se encuentra en los valores funcionales y está dirigida a aumentar la brecha existente entre el costo de producción y el valor de venta de un producto (reduciendo, obviamente, el primero).

Christopher Jones expone 35 métodos de diseño con el fin de tratar con la complejidad de las situaciones a las cuales se enfrentan los diseñadores desde la segunda mitad del siglo XX. Jones parte de reconocer que el trabajo individual del diseñador (que sirvió de modelo para el trabajo en equipo, pero que mostró su escasa eficacia para hacer frente a problemas complejos) se sirve del dibujo para desarrollar sus propuestas. Esto se hace de esta manera desde el Renacimiento: "El arquitecto, tal como lo conocemos, aparece en el Renacimiento. Su nueva competencia profesional se apoya en la representación exacta del espacio" (Corona Martínez, 1998, p. 2). El proceso de diseño de Alberti se basa en un sistema de notación en el que todos los aspectos de un edificio deben ser descriptos gráficamente por un autor y entendidos sin ambigüedad por todos los constructores. Sus principales medios notacionales residen en los dibujos a escala de planos¹⁸², elevaciones y vistas laterales definidas en el segundo libro de *De re aedificatoria*. Podría decirse, entonces, que los arquitectos del Renacimiento inventaron una nueva profesión a partir de los medios de representación; estos medios son los que han hecho crisis al ser empleados para tratar con sistemas complejos.

Cuando se elabora un proyecto, toda la práctica de diseño (lo que aquí hemos denominado de tal manera en el esquema de la operación de diseño) se orienta hacia la producción del proyecto; de aquí que a esta operación se la llame "operación proyectual". Los dibujos utilizados durante la práctica de diseño tienden a servirse de los criterios y las normativas de dibujo técnico exigido para representar proyectos. Es decir que cuando se dibuja espontáneamente se lo hace, en alguna medida, siguiendo criterios normados. De aquí la afirmación que Alfonso Corona Martínez señala respecto del dibujo de proyecto:

Consideremos la naturaleza del proyecto, como conjunto de representaciones previas de algo aún inexistente. El término representación es por eso incorrecto para referirse a él. Se trata de una

¹⁸²La definición de Alberti de los dibujos como no perceptivos lo llevó a describirlos en términos que anticipan la teoría actual de proyecciones ortogonales o paralelas.

imaginación o ideación que finge representar un objeto como si este ya existiera. (Corona Martínez, 1998, p. 44).

Entonces, la presencia del proyecto organiza las actividades previas (operación proyectual) y la fabricación/construcción del objeto en cuestión. Los códigos estipulados por las normas de presentación de los proyectos (como el método Monge, el sistema ISO E) son utilizados para comunicar directivas y condiciones a personas que *no* están involucradas en la definición formal del objeto en cuestión. Los planos de construcción generalmente contienen algunas medidas precalculadas en forma de dígitos inscritos en el dibujo. Sin embargo, todas las mediciones que no se dan como números se muestran solo de forma analógica por la longitud de los segmentos trazados a una escala determinada. Se puede medir un segmento en el dibujo y su longitud multiplicado por una relación de escala numérica; alternatively, la longitud del segmento se puede llevar a una barra de escala graduada para leer una aproximación de su tamaño real. Pero la operación puede ser más complicada cuando los segmentos no son paralelos a ninguno de los planos de proyección del dibujo, porque en ese caso cambian sus escalas: si no se puede medir un objeto en un dibujo, entonces nadie puede construirlo¹⁸³. Desde el establecimiento de la forma de construcción alográfica¹⁸⁴ moderna, un mediador notacional se interpone entre las ideas del diseñador y su expresión en la fabricación/construcción. Durante siglos, este mediador fue esencialmente geométrico: los diseñadores debían usar dibujos bidimensionales para guiar las formas de los objetos tridimensionales. Lo hicieron utilizando las convenciones y bajo las restricciones de un lenguaje geométrico que nunca fue universal o neutral.

Cuando el diseñador elabora su diseño utilizando los sistemas de representación estipulados por las normas, se comporta como el artesano que utiliza el mismo material del cual estará hecho el mismo objeto terminado durante la conformación del objeto. La materia sobre la que está trabajando el diseñador (notaba Corona Martínez), desde el primer momento, son los dibujos del proyecto: "El proceso de diseño mediante el dibujo puede considerarse como una versión acelerada de la evolución artesanal" (Jones, 1978, p. 20).

Es posible asignarle grados de verosimilitud a las distintas aproximaciones de los dibujos al objeto representado, reconociéndose un predominio del uso de la vista en la imagen visual por sobre otros tipos de percepción. La selección y el trabajo de hacer interpretables los aspectos considerados relevantes no son automáticos; hay un trabajo implícito de selección en el proceder mismo que lleva a la realización de estas visualizaciones. La aplicación de las normas para dibujo técnico exige una elaboración intelectual del objeto que ha sido (o está siendo) diseñado. Esto demanda un profundo conocimiento del objeto (de sus dimensiones, de la disposición relativa de sus partes, de la secuencia de armado y de ejecución de tareas, por ejemplo). El proyecto es un medio prefigurativo; pero es, a su vez, un medio cognitivo. Al seleccionar aspectos relevantes del objeto diseñado y expresarlos de manera normada para poder comunicarlo a terceros, se cuestiona la normalidad (o inexorabilidad) del uso del proyecto como mediador entre una idea y su realización futura:

Si el proyecto deja de ser exclusivamente mediación técnica entre ideación y realización, entre concepto subjetivo e instrumento colectivo en tanto comunicación de instrucciones de ejecución, puede aparecer la cuestión del saber puro del proyecto, un saber o especulación teórica capaz de cuestionar la inexorabilidad de la aplicabilidad (es decir, la idea del proyecto como anticipación de algo ulterior-real). (Fernández, 2015, p. 139).

Con el uso del proyecto, entendido como un objeto que se sitúa entre la práctica de diseño y la construcción del objeto, quedan delimitados dos campos reconocibles: a) el campo de la definición del objeto y b) el campo del hacer. En la relación dinámica entre estas actividades puede desarrollarse teoría y crítica de la práctica proyectual.

3.6.2. b) Operación no proyectual

Señalábamos que Nigel Cross contemplaba, en 1989, la posibilidad de llevar a cabo un proceso de diseño en el cual no se elaborase un proyecto para comunicarlo a terceros. Hoy en día, las características del

¹⁸³Si todo lo construido está construido a partir de notaciones, y si los dibujos (o modelos) deben contener todos los datos necesarios para que un objeto se construya de manera idéntica a su diseño, se deduce que en la mayoría de los casos lo que se puede construir está determinado por se puede dibujar y medir en dibujos. Y como el sistema de notación que codifica y transporta datos en el diseño arquitectónico es principalmente geométrico, también se deduce que la potencia de algunas herramientas geométricas determina el tipo del universo de las formas que pueden o no construirse.

¹⁸⁴Por *alografía* se entiende, en lingüística, la alternancia de una grafía con otra para escribir la misma palabra.

modelo generado mediante *software* pueden transmitirse a máquinas controladas numéricamente, como Cross lo había vislumbrado en aquel entonces.

Existe una tendencia a llamar *objeto* a todo, incluso a los programas utilizados en el diseño y fabricación digital. Es necesario dejar en suspenso la denominación común de *objeto* para asociarlo, también, con el concepto de *data* cuando se habla de modelado 3D con *software* especializado. *Data* se denomina a la información que es transmisible y almacenable en el ámbito de la computación. Este término proviene del latín, es el plural de *datum*, que significa "cosa que es dada". Esta definición puede ser concebida en el marco de la presente investigación, a la luz de la teoría de la individuación expuesta por Simondon, como *información*.

El modelo 3D realizado con *software* es, básicamente, *data*, y como tal, puede ser compartido y editado, puede ser visualizado en función de las capacidades del sistema que lo acoja. Esta información generada mediante un *software* para modelado 3D es un objeto digital, en los términos planteados por Yuk Hui (2016). Por *objeto digital* este filósofo refiere a aquellos que toman forma en la pantalla o en las líneas de código de un programa (compuesto por *data* y por *metadata*) regulado por distintas estructuras y esquemas; constituyen en sí mismos un producto realizado por algún tipo de tecnología. Aquí se considera que los objetos digitales son parte de estos sistemas técnicos de la operación de diseño¹⁸⁵, es decir, un tipo particular de operación técnica sistémica, hecha de relaciones entre seres humanos, cosas, información, energía.

Un objeto digital, cuando se lo estudia en términos hilemórficos (relacionando forma y materia) es diferente de un objeto técnico.¹⁸⁶ Se reconoce en los primeros una serie de atributos variables y genéricos, tales como editabilidad, interactividad, apertura y posibilidad de ser distribuidos. En palabras de Kallinkos¹⁸⁷, "los objetos digitales no tienen bordes" (Kallinkos, Jannis *et al.* 2010). A lo largo de la historia de la metafísica, el objeto técnico ha sido considerado con el mismo estatus que cualquier otro objeto físico (de aquí la referencia al modelo hilemórfico). Les ha interesado a los filósofos la idea o la esencia de estos objetos: la idea en Platón, forma y materia en Aristóteles, la extensión en Descartes, las mónadas de Leibniz, la esquematización en Kant, la dialéctica de la conciencia en Hegel, la correlación entre *noesis* y *noema* en Husserl. La oposición entre lo mecánico y lo natural ubicó al objeto técnico (asimilándolo a lo mecánico) en una posición subordinada respecto de lo natural. Esta distinción entre lo artificial y lo natural fue puesta fuertemente en cuestión por la cibernética.¹⁸⁸ El *eidós*¹⁸⁹ platónico, en tanto imagen que las cosas ofrecen cuando son contempladas en la visión, ya no era suficiente para dar cuenta de la dinámica de las máquinas; el carácter eidético es propio de las esencias. Lo maquínico —y ya no la máquina— no depende solo de la *techné*; la máquina tecnológica es solo un caso de maquinismo, según afirman Deleuze y Guattari (2010).

Las ciencias de la computación se han centrado en optimizar las maneras de la producción y gestión de *data*. La ingeniería ha focalizado su atención en las aplicaciones prácticas de estos objetos digitales. En estas áreas del conocimiento, los objetos digitales son considerados desde su pragmática o como fenómeno emergente de lo digital, pero su esencia y su estatus existencial raramente han sido tratados en términos ontológicos o en relación con la *información* en la operación de individuación. Las conceptualizaciones

¹⁸⁵El mismo Yuk Hui nota que estos objetos aparecen ante las personas en forma de producto, de colores variados y de texturas agradables; pero también, en lo que respecta a la programación, adquieren el aspecto de líneas de código, de textos, y, con respecto a los circuitos electrónicos, aparecen como plaquetas e integrados susceptibles de transmitir determinados voltajes. Ninguna de estas concepciones guía el camino elegido por Yuk Hui para analizar estos objetos digitales, ni es el que se ha decidido seguir en este trabajo.

¹⁸⁶Tampoco corresponde confundirlo con "virtual"; este término, señala Philippe Queau, "proviene del latín *virtus*, que significa fuerza, energía, impulso inicial. Las palabras *vis*, fuerza, y *vir*, varón, también están relacionadas. Así, *virtus* no es una ilusión ni una fantasía, ni siquiera una simple eventualidad, relegada a los limbos de lo posible. Más bien, es real y activa. Fundamentalmente, la *virtus* actúa. Es a la vez causa inicial en virtud de la cual el efecto existe y, por ello mismo, aquello por lo cual la causa sigue estando presente virtualmente en el efecto. Lo virtual, pues, no es ni irreal ni potencial: lo virtual está en el orden de lo real" (Queau, Philippe, 1995, p. 27).

¹⁸⁷Profesor en *London School of Economics* de sistemas de información. Su investigación se centra en el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en organizaciones e instituciones económicas y se basa en varios campos de las ciencias sociales, incluidos los estudios de organización, sociología, teoría de la comunicación y semiótica y sistemas de información.

¹⁸⁸Del griego *Κυβερνήτης*, que hace referencia al timonel, responsable de conducir una embarcación. Este vocablo, ya utilizado por Platón, fue reintroducido en el ámbito científico en 1834 por André Marie Ampère (1775-1836) para designar a las ciencias que se ocupan de los modos de gobierno. Hacia 1860, Alfred Russel Wallace (1823-1913) extrapola el uso de este concepto al ámbito del estudio de los sistemas físicos y el de los aparatos. James Clerk Maxwell (1831-1879) publica, diez años después de que Russel Wallace utilizase el término *cibernética* en el ámbito de los sistemas de control de artefactos, un artículo sobre los medios de control en el cual se discuten los principios de la autorregulación. Pero fue Jakob von Uexküll (1864-1944) quien utilizó el concepto de *cibernética* para dar cuenta del comportamiento de animales y organismos en general, refiriéndolo explícitamente a los sistemas autorregulados. Norbert Wiener planteó a la cibernética como un sistema que permitiera abordar el problema de la comunicación y del control de manera genérica, entendiéndolo como aquel que regula la comunicación y el control, tanto en los animales como en las máquinas.

¹⁸⁹Del griego *εἶδος*, que puede ser traducido como "forma, aspecto", tipo o, inclusive, "especie".

hechas desde la filosofía de la técnica a propósito de los objetos se han centrado en cuestiones relativas a la sustancia y a la apariencia (modelo hilemórfico); mientras que la rama de la filosofía que estudia el problema de la individuación se ha focalizado en el estudio del individuo (no en la operación de individuación, como sí lo ha hecho Simondon).

Leibniz, en 1669, en un manuscrito de tres páginas titulado "*De progressionem dyadica*", describe la posibilidad de utilizar el sistema binario para operar multiplicaciones y divisiones.¹⁹⁰ Este sistema binario supone un ahorro en la representación, ya que solo necesita de dos signos; pero se trata, también, de un sistema de signos con capacidad de expresar conceptos por sí mismos, lo que más tarde se denominaría *Characteristica Universalis*. Gregory Chaitin reconoce en la teoría de Leibniz indicios de lo que hoy es el universo de la informática.¹⁹¹ Realiza esta afirmación en función de considerar el objetivo y la razón de ser del *Characteristica Universalis*: expresar el mundo con la menor cantidad posible de signos.

Edward Fredkin¹⁹² afirma que "la filosofía digital es una nueva manera de pensar acerca de cómo las cosas son" (Fredkin, 2013). Esta filosofía se fundamenta en dos conceptos: *bites*, entendidos como la mínima representación posible de la información, y el reconocimiento de que la evolución temporal de un estado es un proceso de información digital similar al que se desarrolla en el procesador de una computadora. Fredkin elige el modelo matemático de los procesos digitales para dar cuenta de los sistemas estudiados por esta área de la filosofía. Y elige el modelo matemático de los procesos digitales porque tiene la capacidad de representar procesos temporales discretos.

Luciano Floridi¹⁹³ (2009) pone en cuestión la distinción (y la oposición) entre analógico y digital, y argumenta que son modos de presentación del ser, esto es, modos en que la realidad es experimentada o conceptualizada por un agente epistémico en algún nivel de abstracción. Floridi propone superar esta dicotomía pensando en términos de información. La aproximación de Floridi al problema del objeto digital es de gran importancia porque lleva la noción de *información* más allá de la computación y de la cibernética, promoviendo la construcción de una filosofía de la computación.

El concepto de *información*, tal como es aquí conceptualizado en relación con el esquema de la operación de diseño, es difícil de aprehender; sin embargo, referido a los objetos digitales, puede ser medido su peso en *bites*. Norbert Wiener afirmaba que "la información es información, no es materia, no energía. Ningún materialismo que no admita esto puede sobrevivir hoy en día" (Wiener, 1965, p. 132). Si para Wiener la información es la medida de la organización (opuesta a la entropía), para Claude Shannon¹⁹⁴ esta indica el nivel de sorpresa por parte de un receptor (resultado de la diferencia entre las expectativas y lo acaecido).

Simondon relaciona los conceptos *individuación*, *autonomía*¹⁹⁵ e *información*. "El individuo —afirma Simondon— es el ser capaz de conservar o de aumentar un contenido de información. Es el ser autónomo en cuanto a la información, pues en eso consiste la verdadera autonomía" (Simondon, 2009, p. 283). Este filósofo francés afirma que la individualidad está vinculada al régimen de la *información* de cada individuo, entendiendo por *individuo* un acto antes que un ser, dado que la individualidad como proceso nunca cesa. Por lo tanto, la individualidad no reside en la semejanza de uno mismo, para con uno mismo:

No es la separación anatómica lo que crea aquí la individualidad; es ante todo la individualidad la que se manifiesta bajo forma de independencia del régimen de la información y la que acelera la separación cuando los movimientos entran en conflicto. (Simondon, 2009, p. 287).

Mientras que la *información* en el ser viviente es modulada por él mismo, el individuo físico necesita del medio como fuente de energía: es el medio el que aporta la *información*, la singularidad recibida. Pero la operación de diseño puede llegar a comportarse como un ser viviente, al menos en los términos en que este es definido por Simondon. Y puede hacerlo porque posee interioridad respecto de un medio exterior, selecciona y filtra información (el diseñador lo hace) proveniente del medio y tiene un desarrollo que contribuye a definir su unidad. La operación de diseño, al igual que el individuo viviente, vive en la medida en que continúa individuándose, y el viviente "se individúa tanto a través de la actividad de la memoria como a través de la imaginación o el pensamiento inventivo abstracto" (Simondon, 2009, p. 310).

¹⁹⁰Leibniz estuvo en contacto, mediante correspondencia, con el sacerdote jesuita francés Joachim Bouvet (1656-1730), quien se desempeñó en China. Leibniz descubrió en las misivas enviadas por Bouvet desde China el *I Ching* (libro oracular chino). En ese texto, Leibniz pudo encontrar un sistema binario de notación cuya existencia era de unos 1000 años a la fecha en que él lo leyó.

¹⁹¹El mismo Chaitin (en un comentario informal) propuso cambiar la denominación de los *bites* por la de Leibniz.

¹⁹²Fredkin, Edward (1934). Profesor en Carnegie Mellon University y pionero de la denominada física digital.

¹⁹³Floridi, Luciano (1964). Filósofo italiano, realizó trabajos en el área de la filosofía de la información y en ética de la información. <http://www.philosophyofinformation.net/about/>

¹⁹⁴Shannon, Claude Elwood (1916-2001). Recordado como "el padre de la teoría de la información", fue un matemático estadounidense.

¹⁹⁵*Autonomía* no es sinónimo de *independencia*. La autonomía existe antes que la independencia, dado que es la posibilidad de funcionar filtrando mensajes recibidos desde el exterior del ser.

La información, para Simondon, no es necesariamente emitida como tal. Al no suponer la existencia previa de una estructura con capacidad de emitir información, se está superando la estructura del modelo intelectual que declara la necesidad de que a lo que se busca explicar deba suponerse existiendo (al menos, idealmente). Y la comunicación implica la puesta en continuidad de varios individuos (operando individuación), de varios grupos o de varios subconjuntos del mismo individuo, mediante acoplamiento. En los objetos técnicos, existe la posibilidad de que sus funcionamientos y estructuras sean composibles entre sí: "La invención instituye una composibilidad [...] porque un dispositivo que no sería viable por sí solo se vuelve viable cuando es puesto en comunicación con otros" (Simondon, 2016, p. 54).

En el mundo de la fabricación manual que precedió al entorno maquinico, la imitación y la similitud visual fueron la norma; la reproducción y la identidad visual fueron la excepción. Y en el mundo digital, la identidad visual deviene irrelevante respecto de los algoritmos, transmisibles pero invisibles, que reemplazan todos los rastros visuales y físicos de autenticidad. Cuando los objetos son hechos a mano, la variabilidad en los procesos de producción genera diferencias y similitudes entre las copias, y la identificación se basa en el parecido visual; cuando los objetos son hechos a máquina, las impresiones mecánicas exactamente repetibles generan productos estandarizados, y la identificación se basa en la identidad visual; cuando los objetos se hacen digitalmente, la identificación se basa en el reconocimiento de patrones expresados en algoritmos computacionales u otras características no visuales¹⁹⁶ (es decir, en *información*).

La digitalización es una tecnología que permite un tratamiento técnico general e industrial de contenidos culturales e intelectuales. Parte de ese tratamiento consiste en su reproductibilidad técnica. Pero, a diferencia del concepto expuesto por Walter Benjamin, no solo se trata de reproductibilidad, sino que es posible llevar a cabo un tratamiento de "lo digital" cuando es reproducido: no solo el contenido puede ser reproducido de manera automatizada, sino que, además, su transformación es también programable. Las tecnologías digitales inevitablemente rompen la cadena indexical que, en la era mecánica, vinculó la matriz con su impronta. Las fotografías digitales ya no son la huella indexical de la luz sobre una superficie; los objetos fabricados digitalmente ya no son la impresión calca indexical de un molde presionado en una placa de metal; y la capacidad de variabilidad digital también puede cortar el eslabón indexical que, bajo el antiguo paradigma del autor, vinculó las anotaciones de diseño a su resultado material en un objeto.

La objetividad del objeto digital puede ser reconocida en las condiciones de universalidad, de interoperabilidad y de extensibilidad de este tipo particular de objetos. Existen básicamente dos maneras de digitalizar objetos: a) *objectification of data*, consistente en realizar adaptaciones o actualizaciones de información digital en el mundo físico, y b) *datification of objects*, consistente en aplicar etiquetas a los objetos para que estos sean reconocidos en el medio digital. Gracias a la posibilidad de digitalizar objetos, humanos y máquinas pueden relacionarse. Tim Berners Lee¹⁹⁷ pudo prever la emergencia de una inteligencia compartida entre humanos y máquinas soportada por la Web. Su propuesta de World Wide Web de 1988 estuvo influida por el proyecto Xanadú de 1960, de Theodor Nelson,¹⁹⁸ con la salvedad de que Nelson se centró en el hipertexto, es decir, en el aspecto exclusivamente literario. Años antes, en julio de 1945, Vannevar Bush, en un artículo titulado "Cómo podríamos pensar", expresa una serie de perspectivas que han sido consideradas como precursoras de la Web. Bush¹⁹⁹ plantea, al final de la Segunda Guerra Mundial, ideas para un nuevo mundo que sean superadoras de aquellas que llevaron al hombre a cometer atrocidades como la experimentación nazi o la creación de una bomba atómica. Entre ellas, se encuentra la posibilidad de que algún día llegue a existir una máquina que ponga sobre la mesa de cualquier hogar del mundo cualquier publicación existente. El sueño de Bush consistía en universalizar el acceso al conocimiento. Esto se haría por medio de un dispositivo electrónico-mecánico denominado Memex, constituido por una mesa, un teclado y una pantalla en la cual se proyectarían microfilmes con información.

¹⁹⁶Floridi propone el nombre de *infoesfera* para denominar el mundo que habitamos desde la revolución digital. Este concepto fue definido de manera análoga a como lo fue el término *bioesfera*. Este último se refiere a la región del planeta Tierra que sustenta vida, mientras que *infoesfera* refiere al entorno compuesto por todas las entidades informativas. El ciberespacio, como los agentes informativos, forma parte (quedan subsumidos) de la infoesfera. Este concepto es superador de aquel al cual refiere el universo computacional (que es atómico, discreto y universal). Pero en lo que coinciden ambos —y es relevante respecto de los fines perseguidos en la presente investigación— es en que la información es una entidad abstracta, que existe por fuera de la materialidad.

¹⁹⁷Berners-Lee, Tim (1955). Científico en computación británico. Conocido como "el padre de la Web". Realizó la primera comunicación sirviéndose del protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) en noviembre de 1989. Creó el lenguaje HTML (*HyperText Markup Language*) y el modo de localizar objetos mediante el sistema URL (*Uniform Resource Locator*).

¹⁹⁸Nelson, Theodor Holm (1937). Filósofo y sociólogo de la tecnología estadounidense. Acuñó los términos *hipertexto* e *hipermedia*. Fundó, en 1960, el primer proyecto de hipertexto, denominándolo Xanadú, con el objetivo de escribir, en un solo texto, todo lo que había sido escrito en el mundo; y esto solo podía hacerse con la ayuda de ordenadores. Las diecisiete reglas básicas de Xanadú, escritas cerca de 1960, fueron las que determinaron las de la Web (fuente <http://www.xanadu.net>).

¹⁹⁹Bush, Vannevar (1890-1974). Científico e ingeniero estadounidense.

Además de existir condiciones en las relaciones entre objeto digital y objeto técnico, existen condiciones de relación entre la semántica y el objeto digital. El significado no es inherente a las cosas, sino un atributo esgrimido por un ser humano sobre algo. El pensar y el significado que se le atribuyen a las cosas o expresiones lingüísticas (semántica) son atribuciones del ser humano y no de las máquinas o computadoras. La orientación que adquieran los estudios que se lleven a cabo en el ámbito de la ontología está íntimamente vinculada con el tipo de compromiso o relación que el observador/investigador (el diseñador) mantenga con el mundo.

Brian Cantwell Smith²⁰⁰ (1998) se cuestiona sobre el tipo de semántica que la filosofía de la computación no reconoce en las computadoras; este profesor estadounidense sugiere que estas no solo trabajan con representaciones y símbolos. Sus estudios tratan con el problema de si la intencionalidad solo tiene que ver con la semántica y, si es así, con qué tipo de semántica. Cantwell Smith propone estudiar la manera en que los organismos perciben a los objetos, con el fin de revisar y poner en crisis fundamentos ontológicos, a la luz de los nuevos desafíos que impone la noción de *objeto digital* y de *sense data* a esta rama de la filosofía. La idea de una máquina sintáctica, como ha sido definida la computadora, niega la posibilidad de la intencionalidad en ella. La computación es sintáctica y formal, es decir, no semántica; la intencionalidad tiene que ver, fundamentalmente, con los significados; entonces, la computación no puede ser intencional. En lugar de puros símbolos o semántica de lenguajes naturales, hay algo más, para Cantwell Smith, en la operación de objetos al interior de las máquinas. Para este profesor, la *data* es tratada como *sense data* (Smith, 1988), es decir, data con sentido, que puede ser captada en términos de flujo de conciencia, y la computación (como la cognición) actúa en este flujo creando formas objetivas que se presentan como objetos digitales.

El mismo Cantwell Smith afirma que es preciso situar a los objetos que desean conocerse en su propio mundo; esa relación entre el objeto y el mundo es lo que este filósofo denomina "situación fundacional" de lo que se desea conocer. En consecuencia, la representación del objeto que desea conocerse deviene fundamental, originándose un conflicto de distinción (solapamiento) entre el concepto de *representación* y el de *ontología*. Con el fin de resolver este asunto, Smith desarrolló el concepto de *registro*, que se sitúa entre el de *representación* en términos epistemológicos (¿cómo se representa?) y el de *ontología* (¿qué es esto?). La idea de *registro* compele a los científicos de la computación y a las máquinas a reconocer la ontología como dinámica, antes que conformada por categorías estáticas. Este concepto es fundamental en la filosofía de Carnwell Smith, porque es la condición en la cual el sujeto puede participar en el mundo y representarlo.

Los objetos digitales son editables, son flexibles y siempre es posible actuar modificándolos de forma continua y sistemática. La posibilidad de editar los objetos digitales sugiere que desde su inicio han sido concebidos como receptáculos organizados de la captura del cambio. Siguiendo la clasificación propuesta por Jannis Kallinkos (2010), estas propiedades son editabilidad, interactividad, apertura y posibilidad de ser distribuidos. La flexibilidad y la capacidad de edición son intrínsecas a los objetos digitales y representan dimensiones cruciales que los distinguen de los artefactos no digitales. Esta edición puede llevarse a cabo reorganizando los elementos mediante los cuales se compone un objeto digital (como elementos de una lista digital o una biblioteca de *software*), eliminando otros existentes o añadiendo nuevos, o incluso modificando algunas de las funciones de un elemento individual o de un grupo de ellos.

La naturaleza editable de los objetos digitales contrasta con la de los artefactos físicos. Son interactivos en el sentido de ofrecer caminos alternativos para que los agentes humanos puedan activar funciones incorporadas en el objeto o explorar los arreglos de los elementos de información subyacentes y los servicios que median. Es cierto que todos los artefactos implican cierto grado de maleabilidad que permite una u otra clase de adaptación a las contingencias, pero la interactividad confiere a los objetos digitales un espectro completamente nuevo de posibilidades. Este tipo particular de interactividad que da lugar a lo contingente en el interior de un objeto digital proporciona un margen para la exploración de cursos alternativos de acción, como suele suceder con los diseñadores que utilizan *software* para diseño paramétrico, como Grasshopper.

Los objetos digitales son accesibles y modificables por medio de otros objetos digitales, como cuando se utiliza el *software* de edición de imágenes para introducir cambios en las imágenes digitales. De este modo, estos objetos están abiertos, susceptibles de ser reprogramados por un programa distinto del que rige su propio comportamiento. Así, ligada al cambio y la modificación, la apertura o la reprogramación es distinta de la interactividad. También difiere de la editabilidad, en la medida en que esta se limita a la simple reorganización, adición o supresión de los elementos que componen el objeto digital o la actualización de información (bases de datos) sin interferencia "externa" en la estructura lógica (programa) que rige el objeto y los mecanismos generativos de la producción y el procesamiento de la información. El carácter abierto de los objetos digitales y su flexibilidad permiten una interpenetración mucho más profunda de los elementos y las

²⁰⁰Cantwell Smith, Brian. Profesor en University of Toronto en el área de las Ciencias Cognitivas, Estudios de la Información, Computación y Ontología. Sus estudios se centran en los fundamentos de la filosofía de la computación.

operaciones por los que están constituidos, causa esta de su constante progresión hacia una más profunda relación entre códigos, sistemas y artefactos, y una creciente interconexión.

Asimismo, los objetos digitales se distribuyen; son conjuntos temporales compuestos por funciones, elementos de información o componentes, repartidos por infraestructuras de información (como Internet). No tienen un borde identificable que los defina como una entidad obvia; estos límites deben ser creados y mantenidos tecnológicamente. La distribución hace posibles varias combinaciones de una ecología más grande de artículos, de procedimientos y de programas, una condición que rinde los objetos digitales fluidos y crucialmente transfigurables. Además, la distribución acentúa la importancia de los enlaces y las relaciones, como así también de los procedimientos de montaje por medio de los cuales se crea un objeto digital y, al mismo tiempo, se debilita la importancia que cada elemento puede tener como independiente. Todo lo que es digital es variable, y la variabilidad digital va en contra de todos los postulados de la identidad que ha informado la historia de las tecnologías culturales occidentales durante los últimos cinco siglos. En la operación de diseño, esto significa el fin de las limitaciones notacionales, de la estandarización industrial y, de manera más general, de la manera albertiana²⁰¹ y autoritaria de construir por diseño.

Peter Sloterdijk y Hans-Jürgen Heinrichs (2004) ponen de manifiesto la caída abrupta del objeto digital en lo que ellos denominan el "fetichismo sustancial" de la metafísica occidental. Con esto quieren dar cuenta de que a los objetos digitales se los ha tratado como sustancias (con sus respectivos accidentes) antes que como información susceptible de producir modificaciones en las formas materiales. Los objetos digitales, entonces, inciden en las definiciones de las formas materiales de los objetos y son capaces de constituir redes de información.

Jaques Ellul (1980) señala que ha sido gracias a la computadora que surgió una especie de sistematización interna del conjunto tecnológico, que se expresa y opera sobre el nivel de información:

Es a través de la información recíproca total e integrada que los subsistemas están coordinados. Esto es algo que ningún hombre, ningún grupo humano, ninguna constitución fue capaz de hacer. [...] Es bastante obvio que no puede ser una computadora. Tiene que ser un conjunto de computadoras que trabajen de forma interrelacionada en todos los puntos de comunicación del sistema. Este conjunto se convierte en el subsistema de conexiones entre los diferentes subsistemas tecnológicos. (Ellul, 1980, p. 102, traducción propia).

Ellul reemplaza el concepto de *sistema técnico* por el de *milieu técnico*. Ambos son diferentes: *milieu*, respecto de sistema, es un concepto con un alto grado de abstracción, en el cual las relaciones adquieren un alto grado referencial, mientras que en los sistemas técnicos las relaciones y las estructuras presentan un grado de concretización mayor. El *milieu* es diferente del contexto: el segundo es siempre constituido por una selección de significaciones llevadas a cabo por el sujeto, mientras que el primero, el *milieu*, está más fuertemente relacionado con la oportunidad (tiene una duración, un final y requiere una tarea de reestructuración por parte del sujeto). Esta tarea de reconfiguración de relaciones constituye una nueva interfaz que permite a los seres humanos tener acceso al mundo.

La pregunta sobre cómo sería posible constituir un sistema técnico que materializase relaciones interobjetivas de manera coherente es respondida mediante el planteo de un sistema de seres humanos y computadoras integrados en una red manipulada mediante algoritmos: tal es el paisaje que describe Ellul.²⁰² Las aproximaciones sobre la intersubjetividad llevadas a cabo desde teorías que no captan la dinámica del proceso de individuación de los seres humanos y objetos ignoran las relaciones materializadas en objetos (o las subordinan al reconocimiento de los seres humanos). El depósito de conocimientos (*stock*) existente en las relaciones de intersubjetividad entre seres humanos y seres técnicos es lo que Leroi-Gourhan denominó *milieu técnico*. A su vez, fue Bernard Stiegler quien reconoció en los objetos técnicos un tipo de memoria que no es la heredada por la especie ni la aprendida en una cultura, sino que se trata de una memoria epifilogénica.

Por un lado, la generatividad de los objetos digitales permite y potencia la intervención de los usuarios, porque las propiedades editables, interactivas, abiertas y distribuidas de los objetos digitales circunscriben un espacio de posibilidades en el que los usuarios pueden asimilar el uso de las tecnologías digitales y los artefactos a los proyectos específicos que persiguen y las necesidades o sentimientos que desean expresar. Por otra parte, la teoría de los objetos digitales revela un vasto espacio de procesos y mecanismos más allá de la discreción y la percepción de los usos y la funcionalidad directa que cada objeto digital encarna. En

²⁰¹En la teoría de Alberti, un edificio es la copia idéntica del diseño del arquitecto; con la separación de Alberti en principio entre el diseño y la fabricación se conformó la definición moderna del arquitecto como autor, en el sentido humanístico del término. La Revolución Industrial y la producción masiva supusieron la producción de copias idénticas a partir de matrices. La estandarización industrial generó economías de escala, siempre que todos los elementos de una serie fueran iguales.

²⁰²Las consecuencias de los planteos teóricos de Gilbert Simondon, en la década del 50, eran similares a las de los presentados por Ellul treinta años después.

cierto sentido, la teoría descentra al usuario y revela un aparato complejo y distribuido de operaciones basadas en datos en las que la funcionalidad y el usuario del objeto digital no son más que nodos en el universo de información que cambia y se desplaza constantemente.

La configuración de geometrías complejas y formas métricas irregulares, que fue el primer y más visible logro del giro digital en la arquitectura, puede haber sido un incidente transitorio. Pero debido a la integración CAD-CAM, y al principio de separación de la notación y la construcción de Alberti, los diseñadores digitales de hoy en día están diseñando y fabricando al mismo tiempo. Actuando casi como extensiones protésicas, las tensiones de las manos del artesano, el diseño digital y las herramientas de fabricación están creando un análogo de alta tecnología de las prácticas artesanales preindustriales. Los artesanos tradicionales, a diferencia de los diseñadores, no envían planos a fábricas o sitios de construcción: hacen con sus manos lo que tienen en sus mentes²⁰³. En el conocimiento de la *información* (en los términos en que Simondon la define) en el objeto digital, entonces, está la clave para la comprensión de la operación de diseño entendida como tipo de producción tecnológica no proyectual, pero diferente de la artesanía.

En un proceso de diseño y producción digitalizado, la línea de corte albertiana que solía separar la concepción de la construcción ya es técnicamente obsoleta. Pero si el modelo alométrico de Alberti se elimina, el control tradicional del diseñador sobre el objeto del diseño (así como la propiedad intelectual del autor del producto final del autor) quizás también esté en juego. Si las variaciones pueden ocurrir en cualquier momento en el proceso de diseño y producción, y si se permite que partes del proceso se deslicen de manera abierta, final, interactiva y colaborativa, resta definir quién "autorizará" qué al final de la operación. La interactividad y la participación implican, en algún momento, alguna forma de toma de decisiones casi colectiva. Pero la sabiduría de muchos es a menudo anónima; el anonimato va en contra de la autoría y, desde el inicio del modelo albertiano, la autoría ha sido una condición previa para el trabajo del diseñador.

3.6.3. c) Artesanía y manufactura digital

La artesanía puede ser asumida, en función del esquema presentado, como uno de los tipos tecnológicos utilizados en el ámbito de diseño. Es importante destacar la participación del sujeto dado que, según de quién se trate y de las particulares circunstancias en las que este se encuentre, pueden proponerse diversas formas de actuar, distintas conceptualizaciones, o llegar a evocar múltiples apariencias de una misma cosa.

La producción de objetos artesanales, en los que la racionalidad del trabajo del diseñador está sometida a una utilidad, contempla la posibilidad de llevar a cabo ajustes y reparaciones de esos objetos, porque la adaptación de las piezas unas a otras se hace de manera paulatina durante la operación de construcción: "El acto de reparación recupera las actitudes y procedimientos del acto de producción" (Simondon, 2017, p. 69). Se trata de objetos que permanecen abiertos en lo que respecta a su capacidad o aptitud para recibir nuevas intervenciones que prolonguen los procedimientos de producción. La concepción artesanal de la producción de objetos los capta como materia reformable, prolongable.

Los artesanos, entonces, no siempre definen previamente mediante dibujos sus trabajos, sino que trabajan directamente sobre el material de la obra. Tampoco están en situación (no deben, no quieren, no pueden hacerlo) de dar razones sobre las decisiones que guían su obrar. La forma del objeto artesanal es obtenida, principalmente (quizás, únicamente), por procedimientos de tanteo.

La relación entre el cuerpo del artesano y el mundo físico se establece por la herramienta manual: mediante las acciones llevadas a cabo por el ser humano el mundo físico es modificado. El trabajo hecho "a medida" que es posible encontrar en la producción artesanal (a medida de las circunstancias, es decir, prestándole atención a las contingencias) resulta inessential para la producción industrial; pero aquí no se está definiendo la artesanía en contraposición a la producción industrial, sino que se la está reconociendo como uno de los tipos de producción tecnológica.²⁰⁴

En la operación de diseño artesanal, están integrados el pensar, el sentir, el calcular; el diseñador puede aprender sobre lo que hace mientras lo está haciendo. La materia con la cual inicia el trabajo de diseño es la misma de la que estará hecha el producto final del proceso. Richard Sennett afirma respecto de la artesanía:

²⁰³La objeción, tan frecuentemente planteada, de que este nuevo modo de artesanía digital puede aplicarse solo a objetos pequeños de fabricación es teóricamente irrelevante: cualquier objeto grande puede ser ensamblado a partir de piezas más pequeñas fabricadas digitalmente.

²⁰⁴Nigel Cross, con el fin de dar cuenta de la artesanía, afirma que "en las sociedades tradicionales, basadas en la artesanía, diseñar no está separado realmente de fabricar; es decir, generalmente no hay una actividad previa de dibujo o de elaboración de modelos antes de la actividad de fabricación del artefacto" (2005, p. 11).

Es posible que el término "artesanía" sugiera un modo de vida que languideció con el advenimiento de la sociedad industrial, pero es engañoso. "Artesanía" designa un impulso humano duradero básico, el deseo de realizar bien una tarea, sin más. La artesanía abarca una franja mucho más amplia que la correspondiente al trabajo manual especializado. [...] En todos estos campos, la artesanía se centra en patrones objetivos, en la cosa en sí misma. (Sennett, 2009, p. 20).

Aquí hemos llegado al concepto de *artesanía* en función de la esquematización de la operación de diseño en instancias, y de considerar esta operación como *técnica*. Sennett, en su libro *El artesano* (2009), pone en evidencia fronteras conceptuales que han definido la cultura occidental, entre ellas: la frontera entre cabeza y mano, entre teoría y práctica, entre artesano y productor industrial o entre productor y usuario. Sennett llega a la caracterización de la artesanía antes citada (y a la consecuente descripción del artesano) a partir de las controversias entre *homo faber* y *homo laborans* planteadas por su maestra Hannah Arendt.²⁰⁵ Arendt señala que no es posible definir un arquetipo de ser humano al cual pudiera subordinarse todo el resto; por lo tanto, presenta dimensiones comunes a todos ellos, lo que denomina "condición humana", y caracteriza a la "vita activa" (condición común de los seres humanos) a partir de tres condiciones:²⁰⁶

- a) Labor: es una actividad propia de un ser natural, la condición humana de la labor es la misma vida, consistente en el crecimiento biológico del cuerpo humano;
- b) trabajo: es una actividad que abarca lo no natural del ser humano, cuya consecuencia es producir un mundo artificial, y
- c) la acción: es la actividad política del ser humano, la condición humana de la acción, entonces, es la vida política.

La labor del *homo laborans*, en el planteo de Arendt, ata al ser humano a la Tierra, manteniéndolo sometido mediante la repetición de los ciclos de la vida, a proveerse de necesidades básicas para la subsistencia. El *homo faber*, en cambio, manifiesta un grado mayor de independencia respecto de las necesidades básicas para mantener los ciclos de la vida activos y lo logra mediante la producción de cosas. El mundo es —manifiesta Arendt— el producto del quehacer del ser humano, el cual, a partir de la naturaleza (de su naturaleza), es capaz de producir artificios en los cuales se desenvuelve:

El *homo faber* es [...] señor y dueño, no solo porque es el amo o se ha impuesto como tal en toda la naturaleza, sino porque es el dueño de sí mismo y de sus actos. No puede decirse lo mismo del animal *laborans*, sujeto a la necesidad de su propia vida. (Arendt, 2011, p. 164).

Este ser humano que tiene el poder de crear también tiene el poder de destruir. Olvidar la dependencia que los artificios creados por el *homo faber* tienen de la naturaleza provoca desequilibrio y destrucción del ambiente ecológico (y de la misma naturaleza, en la cual está incluida la dimensión humana que Arendt denomina *homo laborans*). La confusión entre labor y trabajo fue grande a partir de la época Moderna, señala Arendt, al punto de que el trabajo es hoy realizado para obtener el sustento que haga posible la propia subsistencia, es decir, la labor: "Los ideales del *homo faber*, el fabricante del mundo, que son la permanencia, estabilidad y carácter durable, se han sacrificado a la abundancia, ideal del animal *laborans*" (Arendt, 2011, p. 135). La violencia del *homo faber* hacia la naturaleza lo devuelve a su condición de *homo laborans*.

Existe coincidencia entre el concepto desarrollado en el presente trabajo y el expuesto por Sennett en lo que respecta a la relación del ser humano con la tarea que realiza y a la amplitud de la aplicación del término. El modo de realizar del artesano es, para Sennett, una de las maneras que el ser humano tiene de anclarse en la realidad material.²⁰⁷ Este autor ve, en la distinción entre *homo laborans* y *homo faber* propuesta por Arendt, una degradación del primero respecto del segundo; en su libro *El artesano*, busca recuperar la técnica como espacio de reflexión del ser humano, el cual llega a conocerse a través de sus producciones, rescatando al animal *laborans* del desprecio al cual fue sometido por su maestra Arendt.

²⁰⁵Sennett se licenció como sociólogo en 1964 en la Chicago University; una de sus profesoras fue Hannah Arendt.

²⁰⁶La sociedad en la cual Hannah Arendt escribió *La condición humana*, dominada por la Guerra Fría y un capitalismo financiero todavía incipiente, presenta características muy distintas de la actual.

²⁰⁷Sennett, en el capítulo "La fractura de las habilidades" de su libro *El artesano*, identifica CAD con los problemas de aprendizaje que los arquitectos tienen respecto del proyecto que están realizando. Sennett señala que la tecnología contemporánea es mal utilizada cuando priva a sus usuarios del concreto y repetitivo entrenamiento manual, es decir, del aprendizaje que se da mediante la práctica. Califica de "peligro" a esta tecnología (Sennett, 2009, p. 55) porque sustituye el dibujo físico hecho a mano por el generado por una computadora, atribuyéndole a esta la capacidad de generar por sí misma dibujos y quitándole el control de lo producido al arquitecto que diseña: se trata de un cambio de las posiciones relativas de "la cabeza que piensa" respecto de "la mano que ejecuta". Cita, para justificar su argumento, al arquitecto Renzo Piano o a "una joven arquitecta del MIT". En el presente trabajo, discrepamos con la postura de Sennett sobre la relación entre el CAD y la operación de diseño; postura que el mismo sociólogo intenta moderar al final del citado artículo, cuando afirma que debe existir coordinación entre quienes diseñan y quienes ejecutan las tareas manuales.

Lo material y la conducta entendida como parte del complejo territorio de lo humano tienen un peso relativo mayor en la operación de diseño artesanal respecto de la fabricación digital, y más aún respecto de la proyectual. Es en el saber hacer, que involucra aspectos técnicos y materiales, donde emerge el objeto que está siendo diseñado. La operación de diseño se presenta como un descubrimiento del objeto²⁰⁸ al tiempo que se lo elabora materialmente: la operación artesanal se encuentra en los aspectos técnicos propios de la elaboración misma del material y en la voluntad del diseñador.

La integración de tecnologías de diseño y fabricación digital permite reconsiderar la distancia entre la operación de diseñar y la fabricación/construcción. La capacidad de localizar tridimensionalmente las nubes de puntos geométricos que conforman la morfología digital (y de referirla a materiales específicos junto con sus correspondientes procesos y procedimientos de elaboración) posibilita una fabricación directa, lo que da lugar a una confluencia diseño/construcción que es posible vincular con la producción artesanal. En función de los aspectos comunes entre el trabajo artesanal y las tecnologías de diseño y fabricación digital se ha acuñado el concepto de *manufactura digital* para dar cuenta de procesos capaces de recuperar la coherencia y la integralidad de la producción artesanal. Esta manufactura digital supera el ámbito virtual propio de las tecnologías del modelado digital para pasar a generar elementos concretos, involucrándose en su producción material.

Así como el trabajo artesanal no opera a distancia ni desatiende la fase constructiva para que otros construyan lo ideado, la tecnología de la manufactura digital abre la posibilidad de establecer un vínculo más directo entre las distintas instancias de la operación de diseño.

3.6.4. Comparación de los tres tipos de producción tecnológica

²⁰⁸En este tipo particular de producción tecnológica que es la artesanía, la definición de "objeto de diseño" se ajusta a la ofrecida por Gastón Breyer en el contexto del diseño como acto psíquico: "Por objeto de diseño entendemos a una entidad material, un aparato o artefacto acondicionado a las funciones sociales y con exigencias de los varios rubros noemáticos: materialidad, función, forma, dimensión, estructura, tiempo, espacio, significancia, estética, historicidad, etc." (Breyer, 2007, p. 29).

Recursos analógicos y digitales.	El diseñador hace documentación técnica para que otro ser humano fabrique /construya, su diseño.	El diseñador crea un PROYECTO	Se distinguen las tres instancias de: - práctica del diseño - proyecto - fabricación / construcción	Práctica consolidada reconocible como DISCIPLINAS PROYECTUALES	Es imprescindible tratar con otros seres humanos
Modelado digital. Se trabaja con píxeles y vectores.	El diseñador genera datos para que máquinas fabriquen / construyan su diseño.	El diseñador genera INFORMACIÓN DIGITAL	Pierden definición los límites entre las dos instancias de: - práctica del diseño - fabricación / construcción No hay instancia de proyecto	Práctica emergente reconocida como DISEÑO Y FABRICACIÓN DIGITAL	Al no ser necesario tratar con otros seres humanos, el diseñador lleva a cabo actividad reflexiva.
Se trabaja con materiales	El diseñador se sirve de sus propias habilidades para fabricar / construir su diseño.	El diseñador porta en su persona SUS PROPIOS SABERES Y HABILIDADES	Las instancias de: - práctica del diseño - fabricación / construcción Resultan indiscernibles	Práctica consolidada reconocible como ARTESANIA	Actividad preponderantemente individual.

3.7. El diseño y la fabricación digital

Las definiciones teóricas de operaciones de diseño desde el punto de vista hilemórfico dan cuenta de la tensión existente entre la realidad y el ámbito de lo posible, es decir, entre la ejecución y la ideación de la obra. Esta dualidad resulta fundamental para entender el desarrollo del diseño en el contexto de la modernidad, momento en el cual quedó definida una distinción evidente entre teoría y práctica, lo que definió la instancia proyectual. El Renacimiento²⁰⁹ puede ser pensado como un momento particularmente significativo, pues supone el punto de origen de una concepción moderna en torno a la arquitectura y sus mecanismos de producción. Bajo estos términos, la arquitectura (mediante el proyecto) quedó situada en un intersticio entre la fase de ideación y la construcción material de la obra. Quien diseña, entonces, interviene sobre la realidad a distancia mediante un cuerpo representacional capaz de asegurar la efectividad de la relación entre ideas y producción material antes mencionadas. Se trata de una mirada que ha devenido en paradigma disciplinar y que, más allá de las diferencias temporales, culturales y tecnológicas, permanece vigente hasta nuestros días.

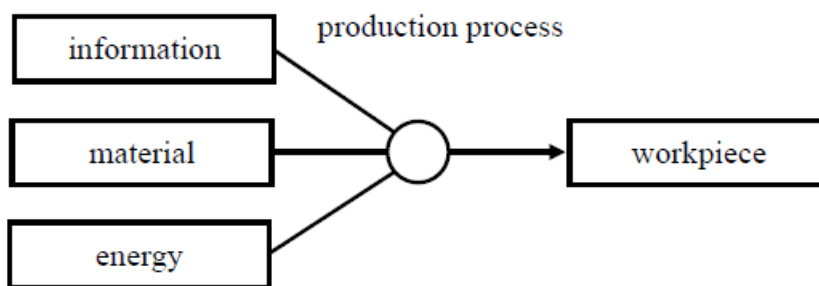
El diseño y la fabricación digital posibilitan un desarrollo simultáneo entre la actividad de diseño y la fabricación/construcción, poniendo en tela de juicio la separación entre idea y materialización antes señalada; de esta manera, se plantea un debate en torno a los límites de la disciplina, debido a que se reemplaza un proceso secuencial por otro simultáneo. En virtud de estas nuevas tecnologías de operación²¹⁰, es posible coordinar un único tiempo de trabajo que aproxima ideación con construcción, cuestionando el paradigma proyectual derivado de las conceptualizaciones desarrolladas por Leon Battista Alberti.

La oposición entre autómatas y máquina abierta (indeterminada) es una de las claves para entender la filosofía de Simondon en relación con los objetos técnicos. La noción del autómatas perfecto es definitivamente contradictoria: el autómatas sería una máquina tan perfecta que el margen de indeterminación en su funcionamiento sería inexistente, mientras que aún sería capaz de recibir, interpretar o enviar información. El autómatas perfecto es mitológico y rápidamente se desliza en la ilusión de una posible identidad con lo vivo, mientras que existe una analogía entre el objeto técnico y el ser vivo y la "concretización" asintomática del "individuo técnico".

Para Simondon, el verdadero progreso tecnológico reside, por lo tanto, en la "máquina abierta": es decir, en la máquina que integra en su funcionamiento su "medio asociado".

3.7.1. El diseño y la fabricación digital como operación de diseño no proyectual

Los sistemas de diseño y fabricación digital se encuentran enmarcados dentro del paradigma de la información: "La información es información, no es materia, no es energía" (Wiener, 1965). Christoph Schindler (2007) propone un modelo proceso de fabricación realizado en función de la teoría de Wiener, en el



cual la información adquiere una participación relevante:

El producto final es determinado por el material, la energía,

²⁰⁹En *De Re Aedificatoria* (1452) Leon Battista Alberti conceptualizó la diferencia entre teoría y práctica en el quehacer arquitectónico. Para Alberti la arquitectura es un ejercicio intelectual que se piensa y luego se ejecuta, subordinando las labores prácticas a las definiciones dictadas por una teoría que anticipa —en el plano abstracto— la posterior materialización de la obra. En estos términos Alberti define una disciplina que le permitirá al arquitecto acceder a un nuevo *status*, distanciándose del constructor que trabaja a pie de obra. La figura del arquitecto que se define a partir del Renacimiento es la de un intelectual que distingue claramente su trabajo de la mera construcción.

²¹⁰Las herramientas digitales también podrían permitir el uso estructural de nuevos materiales lineales no lineales o, para ser precisos, materiales caracterizados por elasticidad no lineal, como plásticos o cerámicas, y una explotación más ágil de materiales de construcción orgánicos, como madera o piedra, que pueden ser estructuralmente impredecibles debido a variaciones naturales. Las tecnologías no estándar podrían interactuar con tales irregularidades y adaptar la forma y el diseño a la variabilidad de la naturaleza casi tan bien como lo hacía una vez la manipulación artesanal. Usando cálculos de carga fina, anotaciones geométricas tridimensionales y fabricación robótica, las tecnologías digitales también podrían mejorar los potenciales estructurales y formales de las tecnologías de construcción tradicionales.

pero también la información. Fuente: Schindler (2007)

Schindler denominó a dicho modelo "*Information-tool-technology*"²¹¹. Lo notable de este, a los fines de la presente investigación, es el rol preponderante de la información dentro de la operación de producción. En la introducción, y en la hipótesis, de la presente investigación, se afirmó que mediante el uso de *software* y *hardware* para diseño y fabricación digital emerge una *información* en un proceso de puesta en forma no hilemórfico.

El giro digital puede haber socavado ya muchos de los principios básicos que definieron la arquitectura occidental moderna (y a la posterior producción industrial) a partir de sus comienzos albertianos²¹². En el transcurso de los últimos cinco siglos, el poder de impresiones mecánicas exactamente repetibles ha formado gradualmente un entorno visual en el que la identidad es la similitud, la similitud insignificante y la expectativa cultural de copias idénticas afecta finalmente las funciones y el valor de todos los signos. Bajo este régimen semántico de la modernidad, solo los signos que son visualmente idénticos tienen significados idénticos. Esta es la forma en que funcionan los logos, los emblemas y las marcas comerciales modernas. Están registrados y protegidos por leyes de derechos de autor, que registran copias originales y todas idénticas, pero dejan similitud y semejanza en el limbo.

Como los procesos de fabricación digital invitan a infinitas variaciones de diseño (dentro de límites técnicos específicos) inevitablemente surge la pregunta de quién los va a diseñar. Un programa puede ser instruido para generar cualquier cantidad de variaciones, al azar o como función de algún factor externo. Alternativamente, el diseñador puede elegir y corregir todos los parámetros que determinan cada ítem individual desde el principio, "autorizando" solo un número dado de ellos, una serie cerrada de diferentes objetos, todos diseñados por el mismo autor. Pero una tercera posibilidad no puede descartarse: algunos parámetros pueden ser elegidos, en algún momento, por alguien que no sea el autor "original", y posiblemente sin su consentimiento. La apertura y la actividad de interactividad son inherentes a la noción de *variabilidad digital*.

3.8. Conceptos del diseño y la fabricación digital

Las técnicas de la fabricación digital obligan a asumir una tolerancia de desviación entre modelo digital y objeto fabricado mediante *hardware* específico (Ver Anexo IV). Las geometrías no euclidianas no pueden ser representadas de forma analógica; al menos no se logra resolver con precisión la relación entre sistema proyectual expuesto por Gaspard Monge, la geometría digital y su documentación en forma de dibujos para ser comunicada a los responsables de su fabricación/construcción. La imposibilidad de trasladar la geometría proyectada a la praxis constructiva impedirá la realización de un proceso completo en términos proyectuales. Este proceso proyectual discontinuo y lineal, las instancias que lo definen se organizan por disciplinas en función de las atribuciones profesionales del diseño.

Tanto la geometría como los materiales definen las relaciones del conjunto de parámetros prestacionales seleccionados para un diseño con los sistemas de fabricación digital.

El uso de *software* para modelado digital no solo permite el acceso a nuevas maneras de describir o visualizar imágenes, sino que plantea alternativas frente a los procesos de trabajo habitualmente implementados en el diseño.

3.8.1. Algorización

John Frazer²¹³ afirma que "lo que estamos desarrollando son las reglas para la generación de la forma más que las formas en sí. Describimos procesos, no componentes; nuestra aproximación es más de paquete de semillas que de bolsa de ladrillos" (Frazer, en Ortega, 2009, p. 35).

La utilización de formas genéricas que puedan expresarse en una gran variedad de estructuras y configuraciones espaciales, en función de distintos entornos con los cuales deban relacionarse, es un modo de trabajo usual seguido por diseñadores, quienes adaptan estrategias personales a circunstancias particulares en que deben realizar la operación de diseño. Para poder codificar esas experiencias con el fin

²¹¹Este autor presenta este modelo para dar cuenta del reemplazo del trabajo del ser humano por el de la máquina (concretamente: *hand-tool-technology* es reemplazado primero por *machine-tool-technology* y luego por *information-tool-technology*), en la presente investigación no coincidimos con este punto de vista respecto de la relación entre seres humanos y máquinas, como se ha explicado en el apartado.

²¹²Al comienzo de la Edad Moderna, el poder de las copias idénticas surgió de dos desarrollos paralelos y casi simultáneos: por un lado, la identidad era una ambición intelectual y cultural de los humanistas renacentistas; por otro, pronto se convertiría en el subproducto inevitable de las tecnologías mecánicas, que se ha mantenido hasta el día de hoy.

²¹³Frazer, John (1945). Arquitecto británico, desarrolló la teoría de Evolutionary Architecture.

de integrarlas en algoritmos susceptibles de ser utilizados en el ámbito del diseño, es necesario volverlas explícitas. El volver explícitas estas experiencias, como ya se ha visto, ha sido tema de debate y estudio desde la década del sesenta²¹⁴.

La pregunta sobre cómo es posible que los organismos naturales estén en condiciones de adaptarse a situaciones sumamente cambiantes ha servido de guía al desarrollo de los modelos genéticos adoptados por la informática para desarrollar algoritmos. Un modelo informático que contemple la adaptación a situaciones imprevistas y singulares debe estar pensado en términos de procesos (en reglas generadoras de formas que consisten en procesos antes que en componentes), debe definir su propio guion de código, las normas de desarrollo de ese código, hacer posible la traducción (transducción) de ese código a un modelo virtual, definir las características del entorno en el cual se insertará el modelo, y los criterios para relacionarse con ese entorno (selección).

El concepto de *modelo genético* relaciona, en el ámbito del diseño, operaciones que se consideraban antagónicas: el proceso consciente de diseño con los procesos vernáculos y artesanales. Estos últimos demuestran tener una capacidad de adaptación al medio, pudiendo dar respuesta a requerimientos singulares de diseño en entornos sumamente cambiantes. La modelización informática y la simulación mediante algoritmos funcionan como los prototipos y las pruebas realizadas en el diseño artesanal, retroalimentando el proceso mismo a partir de resultados que son presentados como objetos acabados²¹⁵. Lo que está siendo proyectado se adapta (repetidamente) en la computadora reaccionando, o respondiendo, a solicitudes que se presentan como reacciones provenientes del medio, que son asumidas como retroalimentación por el sistema, cuando se ensaya la inclusión de lo que está siendo diseñado, en ese medio.

Frazer propone el desarrollo de algoritmos cuyo funcionamiento sea análogo al de los organismos vivos. Si un genotipo es información genética de un organismo particular, el fenotipo consiste en la expresión de ese genotipo en función de un determinado ambiente. Evolutionary Architecture es la denominación que Frazer le dio a su teoría. El ADN no describe el fenotipo, sino que constituye las instrucciones de procesos de construcción de fenotipos (capaces de modificarse, dentro de determinados rangos definidos por umbrales de tolerancia y supervivencia, respondiendo a distintas y cambiantes condiciones del entorno). "Los genes no están ahí por las formas —afirma Frazer— sino por la química y, por analogía, nuestro modelo describe procesos más que formas" (Frazer, en Ortega, 2009, p. 35). Planteado como la expresión de un equilibrio entre el desarrollo endógeno (genotipo) del diseño y las influencias exógenas del medio (que provocan el fenotipo), el diseño, planteado en estos términos, es una propiedad del proceso de organización de la materia, antes que una propiedad de la materia organizada de una determinada materia (como lo plantea el modelo hilemórfico).

A diferencia del diseño mediante algoritmos, cuando se diseña en función de las imágenes que ofrece la interfaz (cuando se refiere estas imágenes al mundo de los objetos, y se considera la manipulación y la definición de estos objetos como la instrumentalidad específica del diseño) se percibe una disociación entre las cualidades del objeto (materiales, físicas) y su imagen²¹⁶. La visualización asume un rol preponderante por sobre el de la programación, y cuando esto sucede, se corre el riesgo de identificar "perfección" (buena calidad de diseño, óptima) con "imagen realística": más real es la imagen generada en el ordenador; más "verdadero" y de mejor calidad es el diseño. El error en el cual es posible incurrir consiste en creer que, si la tecnología informática se encuentra en condiciones de generar simulaciones cada vez más realistas²¹⁷, la calidad del objeto diseñado se aproximará al óptimo. Pero debe tenerse en cuenta que los renderizados generados por la computadora se encuentran mediatizados (como cualquier dibujo generado con otros medios, como ser el lápiz) por convenciones sociales sobre lo visual. El *software* para dibujo ha facilitado la generación de perspectivas de los objetos que están siendo diseñados; el uso del color en estos, el sombreado y la texturización y transparencia de superficies. Fundamental únicamente la operación de diseño

²¹⁴El hacer públicos los procesos de diseño emerge como respuesta a una necesidad de plantear nuevos procedimientos acorde con los nuevos instrumentos informáticos, pero también la organización orientada a cumplir con nuevos objetivos mediante un diferente modo de realización. En 1962 Christopher Jones y Bruce Archer organizaron "*The Conference on Systematic and Intuitive Methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications*". El simposio de Portsmouth realizado en el año 1967 fue la tercera convención del movimiento. Años antes, en 1965, en el Symposium on Design Methods, organizado por Sidney Gregory en Birmingham, ya se había comenzado a discutir formalmente estos temas. El mismo Gregory había propuesto el concepto de *ciencia del diseño (design science)* para describir la investigación científica del proceso de diseño.

²¹⁵Este tipo de algoritmos que permiten la modelización de situaciones fue utilizado en ámbitos económicos antes que en el ámbito del diseño. La capacidad de las computadoras para realizar complejas presentaciones gráficas que permitieran trabajar en tiempo real durante la operación de diseño pudo verse recién a partir de la segunda mitad de la década del 90 del siglo pasado.

²¹⁶De manera análoga a como sucede con el texto, por ejemplo, que no aparece asociado exclusivamente a las hojas de papel, o el sonido asociado al vinilo o al soporte físico del CD, o la fotografía al celuloide.

²¹⁷Se admite como "bueno" un renderizado que parece la fotografía de un objeto de diseño.

en la visualización, entonces, limita la utilidad instrumental de las tecnologías informáticas²¹⁸. La visualización²¹⁹, al ocuparse únicamente del aspecto de las cosas (pretendiendo abolir la distancia existente entre el objeto y su particular conceptualización como un tipo particular de representación construido por el propio diseñador), resulta ideológicamente sospechosa, relacionando imágenes con imágenes (antes que imágenes con una presunta realidad; quedando fuera del análisis aspectos relacionados con los acontecimientos, o programáticas).

Al organizar la operación de diseño en función de conjuntos ordenado de operaciones sistemáticas, que permitan realizar el ejercicio de diseñar (improvisar, definir, calcular) y hallar soluciones a un tipo de problemas, el diseñador puede estructurar relaciones entre lo conceptual y lo material. Así, la operación de diseño no se fundamenta en las condiciones de semejanza entre lo que está siendo diseñado y el objeto buscado con la misma operación de diseño. Mediante la sola visualización de un objeto que es modelado con los recursos de las tecnologías de la informática, es posible generar infinitud de imágenes de este; cuando se diseña el proceso es posible, también, generar infinitas imágenes e infinitas variaciones de ese mismo objeto; pero en el segundo caso se tiene consciencia del proceso (se han definido umbrales de actuación), las imágenes generadas están integradas al todo que está siendo diseñado y existe la definición planificada de una instancia final de la operación de diseño (no se trata de un proceso infinito de generación de imágenes, todas ellas provisionales, susceptibles de ser revisadas hasta el infinito).

La definición de esas imágenes generadas por la computadora, como entidades perceptivas, compelen al diseñador a trabajar con flujos de imágenes, con flujos geométricos. Las conformaciones volumétricas con las cuales es posible tratar mediante interfaces (pantalla, realidad aumentada o realidad virtual) adquieren evidencia inasequible para el diseñador cuando este las contrasta con aquellas imágenes generadas por la realización de dibujos utilizando lápiz y papel. Las distancias entre materialidad e imagen, escalas de actuación, uno y múltiple, pueden (y deben) ser contempladas en la operación de diseño y fabricación digital; esto se hace mediante algoritmos. Estos algoritmos permiten redefinir estas relaciones mediante el uso de parámetros (a modo de umbrales); la operación de diseño tiene la posibilidad de fluir en múltiples direcciones, ofreciendo posibilidades de reversibilidad²²⁰. La información relacionada en la operación de diseño se manifiesta como campo de fuerzas, convergiendo a veces en nodos (que pueden asimilarse a objetivos o fines buscados): está en juego, en la definición estos algoritmos, el reconocimiento del trabajo en entornos fluidos y móviles, que requieren atención continua para poder diseñar en ellos.

Gaspard Monge²²¹, cuando define los principios de la geometría descriptiva, establece cuáles objetos caen dentro de las posibilidades de representación, y cómo lo hacen, y cuáles quedan fuera. Los algoritmos contemplan otras posibilidades de diseño al incorporar otras heterogeneidades en la operación de diseño (además de aquellas consideradas por el sistema diédrico). En lugar de manipular formas estáticas para definir el objeto que está siendo diseñado, se trabaja a través de los efectos que provocan distintas heterogeneidades en el tiempo. El diseño no aparece, únicamente, como el resultado final de un proceso de investigación que se hace manifiesto en un objeto que ha logrado un equilibrio estable (procesos de creación, y de conocimiento, no están separados en la operación de diseño). A partir de estas condiciones de trabajo dinámicas surge la cuestión sobre el problema de definir el momento en que el diseñador decide detener el proceso. Cuando se detiene el proceso, la forma del objeto diseñado es análoga a un acontecimiento. Un acontecimiento en el ámbito de la operación de diseño refiere a la perseverancia de algún cambio en el que confluyen, y pueden relacionarse, múltiples heterogeneidades (tales como mecanismos azarosos, situaciones singulares susceptibles de producir experiencias y subjetividades).

Gastón Breyer señala que para que se produzca un acontecimiento es necesario que se den cambios mínimos y relativos “pero suficientes, para posibilitar su distingo y registro por la conciencia testigo y su eslabonamiento en una continuidad de lógica interna” (2005, p. 235). Una situación, por su parte, es una parcela del mundo, de naturaleza estática o cambiante. Una situación es, según una definición genérica de diccionarios, una acción o un efecto de estar situado. “Una situación —señala Breyer— tiene intexto [...] como centro de realidad invocado y realidad contenida, y un contexto [...] el cual remite como realidad contenedora” (Breyer, 2005, p. 256).

²¹⁸Entendemos por *tecnologías informáticas* al sistema conformado por diversos *softwares* y *hardwares*, como así también la relación de estos con las TICs.

²¹⁹Se trata, esta visualización, de una manera ingenua de considerar la visión, dado que solo contempla aquello que entra en un campo perceptual restringido por una visión angular determinada por el método de la perspectiva (que se genera y reproduce a velocidades asombrosas con el uso de la computadora), ignorando visiones periféricas y la relación de sinestesia que involucra otros sentidos.

²²⁰Estas características difieren de las propias de los procesos proyectuales (como fueron aquí definidos a partir del esquema de tres instancias) en los que se procede desde los bocetos preliminares hasta las especificaciones técnicas finales.

²²¹Monge, Gaspard (1746-1818). El sistema diédrico, también conocido como sistema Monge, fue desarrollado por Monge, y se dio a conocer públicamente en el año 1799.

El algoritmo relaciona de manera especial al acontecimiento en la operación de diseño. Entonces, si una de las principales (si no la principal) razones de ser del proyecto es la de dar cuenta y ofrecer propuestas de solución a problemas y necesidades, uno de los aspectos del diseño mediante algoritmos es que la incertidumbre (en la elección del mejor resultado posible, o del óptimo) parece ser un rasgo característico²²². Consecuencia de esto, a su vez, resulta que ya no es una premisa del diseñador proponer objetos alternativos a los existentes con el fin de crear un mundo mejor que el actual; lo que el diseñador hace es tomar el mundo como él lo encuentra y trabajar con sus potenciales.

John Frazer notaba, en 1995, que "resulta irónico que los modos fijados de representación y abstracción de la forma construida que se desarrollaron dentro de las limitaciones de la mesa de dibujo y las técnicas de la geometría descriptiva hayan tenido que trasladarse tan directamente al ordenador" (Frazer, en Ortega, 2009, p. 32). Si a la tecnología de la informática solo se la utiliza para generar planos que conformen un proyecto (para ser interpretados por otro ser humano, responsable de la construcción del objeto diseñado), la incidencia de las tecnologías de la informática se reducen a una formalidad. Si, en cambio, se relacionan las capacidades para la fabricación digital, se abren nuevas posibilidades de diseño al contemplar los problemas de la materialidad como parte de la misma operación de diseño. Stan Allen²²³ afirmaba al respecto en el año 1995:

El diseño, el cálculo (de cantidades y esfuerzos mecánicos) y la fabricación estarían vinculados, no necesariamente en perfecta continuidad [...] sino en una interacción compleja de variables matemáticas, materiales y de procedimiento. (Allen, en Ortega, 2009, p. 50).

Lo significativo, entonces, no solo son las formas que el *software* es capaz de generar mediante el diseño de algoritmos, sino los nuevos modos del ejercicio del diseño que permiten el diseño y la fabricación digital. Los procesos de simulación consisten en la aplicación sucesiva de algoritmos que solicitan al objeto modelado, y de algoritmos que evalúan las consecuencias de dicha solicitud, arrojando resultados que pueden ser utilizados para redefinir el modelo, el cual puede ser sometido nuevamente a la solicitud y la evaluación mediante algoritmos. El algoritmo es coherente con la capacidad organizadora, relacional, de la tecnología de la informática. La algorimización adquiere un papel relevante, dado que el orden de las operaciones está intrínsecamente relacionado con los fines buscados en la operación de diseño. El objeto que está siendo diseñado es pensado como un entramado de información. Este entramado de información organizado en el algoritmo permite relacionar heterogeneidades diferentes sin renunciar a su propia lógica de coherencia estructural. Las diferencias se hacen presentes en la operación de diseño, considerada de esta manera porque son intrínsecas al sistema.

El objeto diseñado no viene dado de una vez cuando se lo reconoce como lugar de encuentro de contingencias, unidad no cerrada con capacidad para transformarse, y cuya estabilidad no es estática, sino dinámica. Greg Lynn, en el año 1997, criticaba la labor de los arquitectos, refiriéndose a ella en los siguientes términos:

La arquitectura sea tal vez la última disciplina que utiliza el cartesianismo, no sólo por su conveniente sencillez sino también (y esto es más censurable) porque se aferra a una fe reaccionaria en la ética de la estática. [...] Siempre ha sido así, pues la arquitectura es, tal vez por definición, el estudio y la representación de la estática, e incluso parece que a los arquitectos les gustaría dejarla como está. (Lynn, en Ortega, 2009, p. 107).

Se identifica "estabilidad estructural" con "estaticidad"; la primera deja abierta la posibilidad al movimiento, a la persistencia dinámica. El diseño no necesita fundamentar su persistencia en la estaticidad; por el contrario, debe concebirse basándose en el tiempo (de uso, de proyecto, de permanencia en una determinada posición, de persistencia de las relaciones). Es posible apreciar este tipo de estabilidad dinámica²²⁴ cuando se trabaja, mediante interfaces, entre el modelo operativo de la información y el campo gráfico. Las características del control de la operación de diseño han cambiado en el diseño mediante algoritmos en el ámbito del diseño y la fabricación digital respecto del diseño proyectual efectuado mediante

²²²Con el uso de Grasshopper (desarrollado por David Rutten en Robert McNeill & Associates), lenguaje de programación visual, lo que se pretende es evitar servirse de ideas preconcebidas de lo que debe ser el objeto que está siendo diseñado, y deshechar cualquier idea prematura de la forma.

²²³Allen, Stan (1956). Arquitecto estadounidense, teórico de la técnica informática en la arquitectura y ex-decano de la Facultad de la Universidad de Princeton Architecture.

²²⁴Gregg Lynn manifestaba, en el año 2005, que "la arquitectura tiene que ver con técnicas de formación y estabilización, mientras que el urbanismo se caracteriza por interacciones más difusas y transitorias entre movimientos superpuestos, flujos, densidades e intensidades" (2005). Si bien no es tema de la presente investigación, es necesario notar que el autor del presente trabajo afirma que esas cualidades que Lynn atribuye al urbanismo (campos de fuerzas dinámicas, superposición de heterogeneidades, etc.) hoy definen, también, objetos de diseño.

dibujos de planos; esta situación ha llevado a identificar con el *caos*²²⁵ a todos estos cambios: algunas de las propiedades de estos sistemas consisten en la definición de los límites con características difusas o permeables, relaciones flexibles, múltiples caminos seguidos simultáneamente durante la operación de diseño de un mismo objeto, o jerarquías fluidas.

Las funciones creadas por los algoritmos pueden servir para producir elementos individuales, o series enteras o familias de elementos. Las producciones no *standard* son aquellas que comparten cambios diferenciales en la serie²²⁶: lo relevante en una serie de este tipo se encuentra en el diferencial entre sus elementos, y no los atributos específicos de cada elemento producido por la serie. Cuando se piensa esta situación en términos de costos, se reconoce que no existen diferencias de costo cuando se imprimen objetos idénticos respecto de la impresión de variaciones del mismo objeto (utilizando tecnologías de impresión [3D, o 2D] propias del diseño y la fabricación digital). Es decir que pueden producirse variaciones individuales en los objetos sin el agregado de costes adicionales. En términos técnicos, todos los objetos en una serie no estándar comparten algunos algoritmos, así como también las máquinas que se usaron para procesar esos algoritmos y producir los mismos objetos. En términos visuales, una serie no estándar comprende un número teóricamente ilimitado de objetos que pueden ser todos diferentes, pero también deben ser todos similares, ya que las herramientas digitales que se usaron para hacerlos dejan un rastro detectable en todos los productos finales. Los algoritmos, el *software*, el *hardware* y las herramientas de fabricación digital son los nuevos estándares que determinan no solo el aspecto general de todos los objetos de una serie no estándar, sino también los aspectos de cada producto individual, que pueden cambiar al azar o por diseño.

Bernard Cache²²⁷ concluyó que "las matemáticas se han convertido efectivamente en un objeto de fabricación", y Greg Lynn comentó que el diseño asistido por computadora "permitió a los arquitectos explorar formas por primera vez". Como consecuencia de aplicar este tipo de producción, que viene dado por el diseño y la fabricación digital, los fundamentos de la estandarización de los productos (que se originaron en un entorno mecanicista) resultan una opción de producción en serie ente otros tipos posibles de producción. El objeto individual puede ser considerado como parte de una serie de variaciones infinitas. Con el diseño y la fabricación digital, la producción en serie ya no se identifica con reproducir idénticamente: se trata de una serialidad no estándar, con posibilidades de crear diferencias en la repetición.

La operación de diseño siempre contempló la posibilidad de seguir varios caminos. Las presentaciones en imágenes del objeto que está siendo diseñado tratan con el problema de la verosimilitud, con texturas y colores para el análisis; pero también con la necesidad de preservar márgenes de indeterminación. La indeterminación relativa resulta de fundamental importancia para la operación de diseño, dado que permite referir a una matriz de posibles en relación con el objeto propuesto para ser construido. La continuidad matemática en el diseño y la fabricación puede ser el trampolín para esfuerzos diferentes y, a veces, divergentes. Se puede utilizar una secuencia continua de variaciones diacrónicas (como una película desplegándose en el tiempo) para capturar un fotograma fijo: una única, una especie de sinécdoque, que se puede hacer para representar el resto de la secuencia y evocar lo invisible. Esa era la postura de Eisenman al comienzo del giro digital y de su conexión deleuziana a principios de los noventa: los pliegues congelados de Eisenman estaban destinados a sugerir movimiento. Casi dos décadas después, e independientemente de algunas cualidades rudimentarias del movimiento, la interactividad y la capacidad de respuesta que las últimas tecnologías pueden conferir a los edificios, las declaraciones formales similares se ven con mayor frecuencia como metáforas, símbolos o incluso rastros indiciarios de los nuevos modos digitales de hacer cosas: un recordatorio visual de la nueva lógica técnica mayormente invisible en el trabajo.

Repensar la operación de diseño como entramado de información, organizando las actividades en sistemas sensibles a la retroalimentación, la iteración y la adaptación, permite integrar las capacidades de actores (como el diseñador) con tecnologías del diseño y fabricación digital. Las tecnologías del diseño y fabricación digital permiten trabajar con los complejos intercambios de indeterminación y reordenamientos en los objetos que están siendo diseñados. Esta manera de pensar la operación de diseño reconoce los límites de la capacidad del diseño para definir objetos pero, al mismo tiempo, abre la posibilidad de aprender (estableciendo redes que permitan instaurar relaciones entre diferencias) de las diversas heterogeneidades que intervienen en la definición de estos objetos.

²²⁵Caos, en ese caso, entendido desde una posición oscurantista que lo identifica con desorden, incertidumbre y antinomia.

²²⁶A diferencia de los moldes mecánicos, que estampan una misma matriz en múltiples copias.

²²⁷Bernard Cache, teórico y arquitecto independiente. Desarrolló el concepto de 'arquitectura no estándar' en su libro *Earth Moves*. Este concepto recibió el nombre de 'Objectile' por Gilles Deleuze en su libro sobre Leibniz, *The Fold*. Bernard Cache fundó la empresa Objectile junto con su socio Patrick Beaucé en 1996 para concebir y fabricar componentes de arquitectura no estándar. Su investigación actual se centra en la lectura de textos clásicos (como *De Architectura* de Vitruvius o *Underweysung der Messung* de Dürer) con la ayuda del software CAD / CAM.

3.8.2. Procedural modeling

Se denomina *procedural modeling* a los procedimientos llevados a cabo con *software* especializado que utilizan un conjunto de instrucciones explícitas con el fin de producir un modelo. Dentro del conjunto de procedimientos llevados a cabo para realizar modelizaciones, es posible distinguir entre procedimientos de modelado de primer orden y procedimientos de modelado de segundo orden. Los primeros producen resultados a través de una secuencia de comandos que el diseñador implementa "directamente". Por ejemplo, en un espacio de diseño físico, esto incluye acciones tales como dibujar con un lápiz o un bolígrafo, o manipular directamente materiales como la arcilla o el cartón. En el espacio de diseño digital, las técnicas de dibujo de primer orden incluyen el uso de comandos CAD (como el AutoCAD en sus diferentes versiones) para crear objetos tales como polilíneas o SPLines por medio de clics efectuados con el *mouse*. En la práctica contemporánea, incluso en la computadora y para la generación de objetos de diseño tridimensionales, las técnicas de modelado de primer orden suelen denominarse "dibujadas a mano".

Los procedimientos de modelado de segundo orden no operan directamente sobre el objeto que está siendo generado. El diseñador, en lugar de manipular directamente geometrías con el fin de realizar modelos, manipula series de instrucciones (algoritmos), los cuales producen, entre otras cosas, el diseño de geometrías. Los *procedural modeling*, *identificados con los procedimientos de modelado de segundo orden*, entonces, demandan al diseñador un tipo de pensamiento que puede ser calificado como abstracto o indirecto (respecto de la geometría a modelar). Así entonces, el diseñador desarrolla una serie de reglas, que determinan procesos, que producirán resultados transformando data en entidades geométricas susceptibles de ser determinadas mediante modelado. Tres son los tipos principales de procedimientos de modelado de segundo orden utilizados en el diseño y la fabricación digital: paramétrico, computacional y generativo.

Bajo la denominación de *diseño paramétrico* se ubican toda una serie de técnicas de modelado de segundo orden que sirven para para realizar modelados en 3D. El término "paramétrico" fue incorporado al ámbito del diseño arquitectónico en el año 1939 por el arquitecto italiano Luigi Moretti. Definir al diseño paramétrico como conformado por series de ecuaciones organizadas para producir modelos geométricos consecuentes con los parámetros y umbrales especificados es definirlo en términos exclusivamente matemáticos. Pero el diseño paramétrico también involucra las relaciones entre forma, funciones, ergonomía y ensamblajes, por citar algunos aspectos de este. Es decir que los resultados del diseño paramétrico también pueden incluir información esencial organizada en distintas *layers* en función de niveles de especificidad, tipos de materiales, procesos u otros elementos de datos puramente numéricos: es común que un modelo paramétrico genere no solo geometría sino también información asociada.

Por lo tanto, consideraremos que los modelos paramétricos tienen la capacidad de generar no solo geometrías, sino colecciones sistemáticas de información relevante para el diseño. Un modelo paramétrico en el ámbito del diseño y la fabricación digital, entonces, puede entenderse compuesto de a) parámetros, b) funciones de traducción (transducciones) y c) la información consecuente expresada como gráfico susceptible de ser visualizado en monitores. Estos tres componentes principales se analizarán aquí en función de estudiar los parámetros, los algoritmos y los resultados.

En el caso del diseño paramétrico, lo que efectivamente se hace es trabajar en el proyecto desde la *allagmática*²²⁸. Es decir que esta (la *allagmática*) no es una teoría que da cuenta de sucesos operacionales únicamente, sino que participa activamente definiendo (parametrizando) el proyecto en su operación. "[...] el tránsito desde una herramienta que condensa el compás, las escuadras, las dobles T, las plumas, las gomas y las fotocopadoras a un útil informático que aporta respuestas durante la elaboración del proyecto proponiendo un abanico de soluciones arquitectónicas" (Pellegrino; Coray, 1999, p. 16).

- a) En una ecuación matemática, el parámetro proporciona un constructo informativo inicial a la función traslacional de modo que el resultado depende de él, pero en sí mismo no depende del resultado. Por lo tanto, los parámetros de entrada son, por definición, variables independientes, y los parámetros de resultado son, por definición, variables dependientes.
- b) Un algoritmo es un conjunto de reglas finito que, aplicado sistemáticamente a unos datos de entrada apropiados, resuelve un problema en un número finito de pasos elementales. La clave de la operación concertada de estos componentes en un modelo paramétrico es la naturaleza explícita de esta relación: a través de la variación de los valores de los parámetros, el algoritmo analiza diferentes resultados. En un sentido simple, una vez que el diseñador ha determinado esta configuración

²²⁸Simondon define en *Allagmatique* que la *allagmática* es una teoría de las operaciones que se opone a la topología en tanto esta última no considera los potenciales por no formar estos parte de las estructuras (estables) y que, por lo tanto, no pueden ser representadas gráficamente [¡!] al describir las distintas situaciones del sistema. Estructura y operación, como materia y energía o continuo y discontinuo, son casos límite de la operación de concretización del proyecto. De igual modo, el determinismo y el indeterminismo son casos límite que refieren a individuos estables.

explícita, su rol pasa del diseño del modelo al funcionamiento del modelo. Una de las principales ventajas del modelado paramétrico es que permite al diseñador operar en un entorno dinámico particularmente fructífero para los propósitos de exploración y versiones rápidas. Es cierto que la variación de los parámetros de entrada, ya sea sistemática o de otro tipo, permitirá al diseñador representar múltiples expresiones del mismo sistema. Dependiendo de la configuración del modelo en la definición de espacio de parámetros y proceso algorítmico, los esfuerzos para convertir parámetros de parámetros múltiples en taxonomías de resultados pueden producir resultados muy variados. No obstante, cada instancia de dicho modelo paramétrico, como se describe anteriormente, permanece singular como una expresión de una colección de parámetros estáticos.

c) Por *computación* se entiende, como Foerster (1996) lo señalara, a las operaciones (no necesariamente numéricas) que transforman, modifican y ordenan entidades físicas o simbólicas. Resulta importante tener en cuenta el desapego específico de la dependencia computacional de la computadora digital. Entonces, el diseño y la fabricación digital, como computación, deben verse como un proceso de producción de información que se mueve más allá de la representación: se trata de un proceso transductivo, de un proceso de transformación. Entonces la computación es la expresión de un sistema de cómputo que informa a través de operaciones de transformación, modificación u orden de entidades físicas o simbólicas. El pensamiento computacional en el diseño, entonces, estará caracterizado por ser un proceso que implica la formulación de problemas y sus soluciones, de manera tal que las soluciones son presentadas en forma tal que puedan ser obtenidas por un agente de procesamiento de esa información: el sistema de cómputo, entonces, está codificado a través de la agencia de procesamiento de información de algoritmos.

La diferencia principal entre un modelo puramente computacional y un modelo paramétrico se encuentra, justamente, en su parametrización: el primero ve sus parámetros desplegados como entidades estáticas únicas durante la ejecución del modelo, mientras que el último tiene la capacidad de actualizar sus parámetros como entidades dinámicas y receptivas durante el modelo ejecución, no solo informando al algoritmo, sino, a su vez, se recalibrándose a sí mismas.

3.8.3. Diseño paramétrico

Tradicionalmente se asocia la práctica de diseño con el acto de dibujar, y se considera a esta operación indispensable para obtener el proyecto. La instancia de fabricación, según este punto de vista, es posterior a la ejecución del proyecto. El dibujo, según esta concepción, predice al objeto. El dibujo utilizado tradicionalmente en el diseño consiste en un proceso de carácter aditivo: la complejidad de este se obtiene añadiendo nuevos trazos, con distintos niveles de codificación, a los existentes en la superficie de papel. Arturo Tedeschi²²⁹ (2014) señala que durante la operación proyectual el dibujo tradicional posee, respecto del diseño basado en algoritmos, dos limitaciones: la primera de ellas consiste en la diferencia existente entre el acto de dibujar y el proceso creativo subyacente; la segunda limitación consiste en que el dibujo excluye información física relevante que, en el mundo real, es determinante para definir formas de objetos.

La idea de que las nuevas herramientas de diseño digital también podrían servir para hacer otra cosa, algo que de otro modo no hubiera sido posible, pudo haber ocurrido cuando los arquitectos comenzaron a darse cuenta de que el diseño asistido por computadora podía eliminar muchas limitaciones geométricas y notacionales que estaban profundamente arraigadas en la historia del diseño arquitectónico.

Ha sido el arquitecto italiano Luigi Moretti²³⁰ quien inventó el concepto de "arquitectura paramétrica" en el año 1939 (Davis, 2013) para referirse a las dimensiones de los objetos que están siendo diseñados, dependientes de varios parámetros. Moretti no tuvo dudas en utilizar, de manera conscientemente incorrecta y en el ámbito de la arquitectura, el término matemático "paramétrico". Mientras que en matemáticas *paramétrico* refiere a un conjunto de cantidades expresadas como un función explícita de un número de parámetros independientes, en el contexto de la arquitectura en el que lo plantea Moretti se usa "como un dogma de utilidad para explorar la posibilidades que ofrece un modelo"²³¹.

En el año 1953, Benjamin Laposky²³² desarrolla el primer gráfico por ordenador utilizando un osciloscopio para crear arte abstracto. Denominó a sus creaciones "Oscillons" (diseños mediante oscilogramas). Pero ha sido el ingeniero estadounidense Ivan Sutherland quien, en su búsqueda por crear un sistema que permitiese a seres humanos y computadoras "conversar" entre sí, creó en 1963 el primer

²²⁹Tedeschi, Arturo (1979). Arquitecto italiano. Especialista en diseño paramétrico. <http://www.arturotedeschi.com/>

²³⁰Moretti, Luigi (1907-1973).

²³¹¿Sabrías definir paramétrico? de <http://www.algomad.org/sabrias-definir-parametrico/> Recuperado el día 23 de enero de 2017.

²³²Laposky, Benjamin Franklin (1914-2000). Matemático estadounidense.

Computer Aided Design (CAD) de la historia. Este CAD fue denominado “Sketchpad”; con este se dibujaban figuras geométricas básicas con el auxilio de un lápiz de luz (“*light pen*”), y la información allí generada era exportada para ser tratada por otro *software* denominado “*atomic constraints*”²³³. Si bien Sutherland nunca utilizó el término “paramétrico” para referirse a su *software*, lo cierto es que las restricciones de Atomic Constraints se comportaban como tales al asociar parámetros de distintas entidades entre sí, tales como condiciones de paralelismo, continuidad, ortogonalidad, etc.

Los primeros sistemas CAD simplemente consistieron en reproducir las condiciones convencionales de dibujo en la operación de diseño, y la computadora actuaba como reemplazo de elementos usualmente vinculados al tablero de dibujo como goma, lápiz, escuadras, reglas y papel. Los dibujos impresos eran presentados ante el artesano o persona con oficio encargado de la fabricación del objeto en cuestión. En el año 1989, Parametric Technology Corporation, fundada por el matemático Samuel Geisberg²³⁴, comercializó por vez primera en forma exitosa el *software* de diseño paramétrico orientado a la fabricación de objetos denominado Pro/ENGINEER; y desde finales de los años 80 hasta la actualidad se han desarrollado distintos tipos de *software* cuyo rasgo común es que permiten la manipulación de rutinas de procesos de diseño mediante algoritmos.

Independientemente de las interfaces y de las convenciones elegidas para representarlas, todos los puntos geométricos controlados por CAD son, en principio, un conjunto de tres coordenadas que ubican cada punto en un espacio tridimensional. Como resultado, un objeto coherente diseñado en una pantalla de computadora se mide automáticamente y se construye de manera informativa, y la computadora puede fabricar realmente el mismo objeto para siempre, si es necesario, a través de una impresora 3D adecuada.

Las fronteras entre la práctica del diseño y la fabricación/construcción se han ido desdibujando en la medida en que la relación entre ambas lógicas fue tornándose más fluida. De ser considerado “herramienta” de trabajo para el diseñador, lo digital ha llegado a reconfigurar esquemas mentales de proyecto y de fabricación. La definición de la forma del objeto que es diseñado, entonces, se determina en función de la evaluación de resultados, obtenidos en tiempo real cuando se diseña, respecto de una serie de parámetros, entre los que se encuentran las capacidades para ser fabricada mediante fabricación digital.

De hecho, la impresión 3D, el escaneado 3D y el modelado inverso ya han permitido contemplar un proceso de diseño y producción continuo en el que uno o más diseñadores pueden intervenir sin problemas en una variedad de visualizaciones bidimensionales y representaciones tridimensionales (o impresiones) del mismo objeto, y donde todas las intervenciones o revisiones pueden incorporarse clasificadas en el mismo archivo maestro del proyecto. Esta forma de operar evoca de alguna manera un estado ideal de fabricación artesanal original, autográfica y artesanal, excepto que en una cadena de producción digitalizada el objetivo principal del diseño es ahora un modelo informativo.

Al superar la brecha entre diseño y producción, este modo de creación digital también reduce los límites que anteriormente se aplicaban bajo los regímenes de notación de geometrías descriptivas y predescriptivas. Bajo el antiguo dominio de la geometría, lo que no se podía medir en un dibujo no era edificable. Ahora todo lo que está diseñado digitalmente es, por definición y desde el principio, medido, y por lo tanto, definido geométricamente, multado y edificable.

En consecuencia, es posible distinguir, dentro de las operaciones de diseño paramétrico, tres condiciones de trabajo que pueden presentarse en forma secuencial, aunque la operación es recurrente y puede volver sobre alguna de ellas y modificarla, generando operaciones paralelas de diseño con el mismo algoritmo: 1) definición de parámetros mediante conjuntos de instrucciones que permiten la automatización de tareas, 2) el establecimiento de reglas y 3) la fabricación mediante sistemas CAD-CAM.

Greg Lynn lleva a cabo un trabajo consistente en relacionar heterogeneidades a partir de su encuentro, fortuito, durante las operaciones de diseño que él mismo lleva a cabo. Sus trabajos se centran en la utilización de *software* de campos ajenos al diseño (arquitectónico), pero que tienen potencial para enriquecerlo al hacer posible trabajar con nuevas heterogeneidades (que escapaban a su tratamiento con otros métodos, condiciones y herramientas de diseño). Lynn ha buscado lo impredecible durante la operación de diseño, experimentando durante la década del 90 con *software* que era utilizado en el ámbito del cine y el video de animación:

La intuición es el momento en que los principios y las técnicas de una disciplina están tan integrados que uno es capaz de extrapolarlos, desarrollarlos y extenderlos como un nuevo invento o una innovación. Demasiado a menudo se entiende esto como lo opuesto al rigor y al conocimiento, y eso es una completa incompreensión del término intuición. (Lynn, en Ortega, 2009, p. 116).

²³³https://www.youtube.com/watch?v=USyoT_Ha_bA

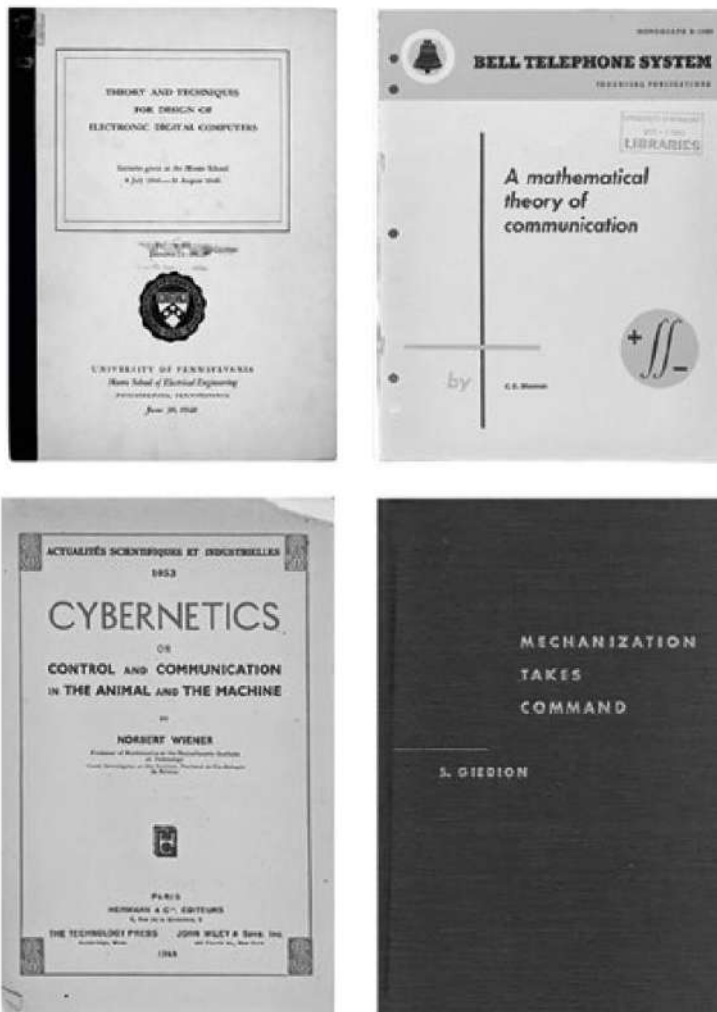
²³⁴Geisberg, Samuel. Fundador de Parametric Technology Corp. en el año 1985.

Los experimentos realizados por Lynn sirvieron para configurar algoritmos que hoy son utilizados en *software* específico para diseño.

3.8.4. Diseño computacional

El término *computación* no refiere exclusivamente a experiencias numéricas. Etimológicamente se compone de *com* (“al mismo tiempo”) y *putare* (“contemplar”); es decir que el significado etimológico sería “contemplar cosas al mismo tiempo”. En el ámbito del diseño y fabricación digital, el término *computación* será utilizado para referir a operaciones que transforman, modifican, ordenan y reordenan símbolos o sus manifestaciones físicas concretas²³⁵. (Ver Anexo II).

Entre los años 1947 y 1948 se publicaron una serie de textos que hoy pueden ser considerados fundacionales de la cibernética.



Neumann, John (1948) *Theory and techniques for design of electronic digital computers*. Vol III. Shannon, Claude (1948) *A mathematical theory of communication*. Wiener, Norbert (1948) *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*. Giedion, Sigfried (1948) *Mechanization takes command*. Imagen recuperada de Architectural Design, mayo/junio 2014, profile n°229. Pág. 79.

²³⁵Christopher Hight (2007) señala que distintos contenidos del desarrollo de la informática han influido en el diseño arquitectónico antes de la aparición de los sistemas CAD. El mismo autor señala, además, que han sido numerosos los intentos realizados desde mediados del siglo XX por transportar conceptos cibernéticos al ejercicio de la arquitectura y el diseño, entre los que destacan los ensayos de Gordon Pask por una búsqueda de patrones en la naturaleza; el diseño gráfico de György Kepes, que acompañó el artículo de Norbert Wiener *Pure Patterns in a Natural World*.

El diseño computacional, entonces, es la aplicación de estrategias computacionales al proceso de diseño codificando las instancias de toma de decisiones utilizando un lenguaje informático. El objetivo no es documentar el resultado final, sino los pasos necesarios para crear ese resultado.

3.8.5. Diseño generativo

Los sistemas generativos²³⁶, en el ámbito del diseño y la fabricación digital, se definen de manera acorde con su capacidad de desplegar acciones que han sido definidas en algoritmos; estos algoritmos tienen la particularidad de que promueven un espacio de progresivo crecimiento y formación en el proceso digital de morfogénesis. Se entenderá por *modelo generativo* aquel que, además de cumplir con los criterios señalados para el modelo computacional, durante una instancia de ejecución única, incorpora una capacidad para relaciones topológicas no fijadas entre elementos del modelo y/o se actualiza a través de la creación paso a paso de nuevos elementos del modelo que son morfogénicamente recursivos, con etapas incrementales de formación dependientes de los pasos precedentes promulgados durante la ejecución del modelo. El entorno de trabajo de diseño generativo posibilita que el diseñador ajuste parámetros en el transcurso de la operación mediante una retroalimentación continua. De esta manera, no solo se asegura que los diseños se ajusten a las condiciones de fabricación/construcción, sino que estas condiciones mismas se convierten en condiciones generativas de diseño.

El diseño generativo (a veces confundido con diseño paramétrico o diseño computacional) actualmente sigue dos metodologías: *geometría basada en objetos* (a veces llamada *propagación*) y *scripting*. La *geometría basada en objetos* comienza con una forma general predeterminada y utiliza el *software* para poblar las geometrías deseadas sobre la superficie de esa forma. Buenos ejemplos de este enfoque incluyen Rhino's Paneling Tools y ParaCloud GEM. Estos programas son más fáciles de aprender, pero su poder es limitado ya que la forma general del diseño debe crearse primero utilizando técnicas de modelado convencionales. Por su parte, en el *scripting*, las secuencias de comandos implican la escritura de código que genera geometría siguiendo restricciones, umbrales y parámetros. Se usa para diseñar sistemas con capacidad para generar formas complejas. Buenos ejemplos de este enfoque incluyen Rhino's RhinoScripts (similar a las rutinas LISP), Rhino's Grasshopper y Bentley's GenerativeComponents. Estos programas resultan más difíciles de aprender, pero también son más potentes que los sistemas basados en objetos, ya que la computadora puede generar tanto los componentes individuales como la forma general del diseño.

De esta manera, el entorno de diseño y fabricación digital funciona como una forma de memoria epifilogenética, en el sentido propuesto por Stiegler, dado que almacena, opera y manipula activamente el conocimiento del equipo completo del proyecto²³⁷. El éxito del entorno de modelado reside en la forma en que permite a los diseñadores enfocar selectivamente, mezclar y procesar algunos aspectos de esta memoria epifilogenética. En efecto, no es solo la dinámica de la hoja de metal para corte, del taladro o la fresadora, del láser del pantógrafo para corte, o los movimientos de los robots gramatizados por el modelo 3D los que intervienen en la operación, sino también el conocimiento altamente especializado de matemáticos, ingenieros de robótica y diseñadores. Este último enfoque invita al diseñador a considerar las formas por las cuales construir un proceso de diseño sea tan significativo como el producto en sí.

3.9. Conclusión. Consideraciones finales del presente capítulo

El diseñador, cuando construye problemas en términos de diseño, debe tratar con distintas heterogeneidades. La operación técnica que relaciona esas heterogeneidades entre sí es la operación de diseño que, entendida como más que acciones encaminadas a elaborar documentación para ejecutar un trabajo mediante el proyecto, resulta una actividad cultural importante que vincula al diseñador con la tecnicidad.

²³⁶Un algoritmo genético es aquel que imita la evolución biológica como estrategia para resolver problemas. Dado un problema específico a resolver, el *input* al algoritmo es un conjunto de soluciones potenciales a ese problema, codificadas de alguna manera, y una métrica llamada *función de aptitud* que permite evaluar cuantitativamente a cada posible solución o candidata. Estas candidatas son generadas aleatoriamente por el algoritmo, y pueden ser soluciones que ya se sabe que funcionan con el objetivo de que se las optimice o mejore. La mayoría de las soluciones no funcionarán en absoluto, y serán eliminadas. Por azar, algunas de estas soluciones pueden mostrar actividad hacia la solución del problema; por lo tanto, se conservan y se les permite reproducirse. Se realizan múltiples copias de ellas, pero las copias no son perfectas; se introducen cambios aleatorios durante el proceso de copia. Luego, esta descendencia digital prosigue con la siguiente generación, formando un nuevo acervo de soluciones candidatas, y son sometidas a una ronda de evaluación de aptitud.

²³⁷Ver Anexo II.

La operación de diseño, las razones que le dieron origen y sus productos pueden ser entendidas como una continuidad en términos de intensidad (según lo plantea Souriau). En función de dónde se centre el foco de atención quedará establecida la mayor intensidad de esta operación.

No existen objetos hechos, acabados de manera definitiva, sino cosas que se hacen; de manera análoga, es posible afirmar que no hay estados que se mantienen, sino solamente estados que cambian (Bergson, 2013, p.211). La existencia, entonces, exige acciones instauradoras constantes.

El esquema de la operación de diseño organizado en tres instancias (práctica de diseño, proyecto, fabricación/construcción) permite distinguir tres tipos de operaciones de diseño: a) operación proyectual, b) operación de diseño, c) operación no proyectual y d) artesanía. El proceso de diseño en la operación proyectual se basa en un sistema de notación en el que todos los aspectos de un edificio deben ser descritos gráficamente por un autor y entendidos sin ambigüedad por todos los constructores. El proyecto es un medio prefigurativo; pero es, a su vez, un medio cognitivo: durante la operación de diseño, coexisten los aspectos de la definición del problema, del conocimiento que el diseñador adquiere de lo que está diseñando y de la solución a ese mismo problema. En 1989 Cross reconocía la posibilidad de llegar a cumplir con la producción de la descripción de un artefacto y a la fabricación/construcción, sin necesidad de comunicarle a terceros, mediante un proyecto expresado en dibujos, las características de ese objeto a fabricar/construir: la operación de diseño no proyectual.

En un sentido casual y básico, las máquinas y las computadoras siempre se han utilizado para referir a un tecnicismo como la extensión de la mano, a través de su reemplazo, su mejora, su aceleración de la velocidad y los poderes de transformación. Sin embargo, parece muy ingenuo reducir la compleja relación entre software y máquinas a esta obvia dimensión objetiva, en un enfoque puramente funcional y mecánico circunscripto exclusivamente a una noción cartesiana de poder productivo, ubicada en el espectro visible de apariencia y hecho.

Líneas de código y máquinas están produciendo artefactos, ensamblajes, múltiples asociaciones y deseos; y se están infiltrando, además, en la razón de ser de los propios cuerpos humanos y mentes que son codependientes de sus hábitats. Es así que la coexistencia de las máquinas con la naturaleza las convierte en un paradigma del mismo cuerpo humano. Esto es cierto para todos los procesos, protocolos y aparatos, donde las sustancias transitorias y transaccionales constituyen y afectan simultáneamente a todas las especies, donde las identidades y los resultados de las máquinas son tanto objeto como sujeto. En el siguiente capítulo se abordará el estudio de casos concretos de diseño y fabricación digital que ilustran lo aquí expuesto.

4. Capítulo 4. Investigación por el diseño

Investigación por el diseño (*research for design*): [...] involucra la resolución de prototipos finales que aporten nuevos conocimientos a la disciplina. Es decir, los conocimientos adquiridos son presentados de forma visual además de escrita.

4.1. Introducción

Las experiencias de diseño y fabricación digital²³⁸ contribuyen a definir las particulares maneras de la tecnicidad contemporánea. Hay tecnicidad de las operaciones y de los procesos, y hay tecnicidad de los objetos producidos por esas operaciones. Leroi-Gourhan reconoció que cada uno de los objetos técnicos (de sus operaciones y procesos, podríamos agregar) alcanza un grado de definición que puede ser considerado estable (el estado estable nunca llega a alcanzarse de manera definitiva) luego de una evolución convergente que resulta del progreso mismo de la funcionalidad en ese sistema de causalidad recíproca que es ese objeto. Para definir funcionalmente su esquema, y para realizar una reconstrucción de su esquema, el objeto técnico necesita de una invención: esto es lo que ha sucedido (y continúa sucediendo) con el establecimiento de los Fab Lab. Las causas que dieron origen a estos laboratorios pueden ser rastreadas en diversas actividades, organizaciones y producciones materiales a lo largo de buena parte del siglo XX.

A partir de la década de los sesenta se inicia el fomento de apertura de centros y espacios en los que los artistas experimentan creativamente a través del uso de nuevas tecnologías (denominadas de forma genérica *medialabs* o laboratorios de medios). Estos centros actualizan sus equipos mediante convenios con empresas tecnológicas poseedoras de patentes de *software*, *hardware* y tecnología electrónica. Corporaciones multinacionales como Canon, NTT o Siemens crean sus propios centros de producción artística mediante fundaciones u organizaciones orientadas a tal fin.

Billy Klüver, físico especialista en láser, y el artista Robert Rauschenberg comienzan a colaborar en la creación de obras artísticas fundamentadas en el uso de tecnologías *high-tech* en el año 1963, con la

²³⁸Ver Anexo IV.

fundación de la EAT (*Experiments in Art and Technology*) en la ciudad de Nueva York. En este centro se promueve la colaboración entre técnicos, artistas, científicos e ingenieros mediante la producción de obras experimentales originadas en la convergencia entre arte, ciencia y tecnología. En 1967, el profesor del Massachusetts Institute of Technology (MIT) György Kepes crea en el MIT el *Center for Advanced Visual Studies* (CAVS), con el fin de promover colaboraciones interdisciplinarias entre artistas y científicos²³⁹.

Las licencias cerradas y los costos altos de los equipos técnicos (aquí denominados *high-tech*) fueron un obstáculo para el desarrollo de estos centros. Estos impedimentos han traído como consecuencia que estas modalidades de licencias y los costos de los equipos hayan sido dejados de lado por un progresivo cambio cultural consistente en el paso de una cultura exclusivamente de lectura (*read only culture*) a otra de lectura y escritura (*read & write culture*). Es decir que los receptores de estas tecnologías y usuarios de *software* (consumidores de contenidos mediáticos) devienen en productores y emisores de información. Esta cultura participativa se origina y se propaga a partir de las redes sociales, de los procesos de carácter abierto y transdisciplinarios que se dan en la Web. “Esta cultura se identifica por el uso consciente de nuevos medios con licencias abiertas —señala Ruiz Martín— por una importante democratización del acceso a los mismos y por la posibilidad de la participación de la comunidad en la transformación de sus características técnicas y productivas” (2015, p. 67). Aquí se está haciendo referencia, concretamente, al diseño y la fabricación digital y a la actividad de los *makers*.

En 1985 Richard Stallman²⁴⁰ crea en el MIT la *Free Software Foundation*. Esta asociación fue origen de un movimiento que promocionó el surgimiento de comunidades de *open sources*, quienes trabajan por el uso, la adaptación y el desarrollo de recursos con licencias y códigos de acceso público. De esta manera, y desde aquel entonces, hay disponible *hardware* y *software* de libre acceso. El *software* libre (*free software*) es *software* de código abierto que puede ser estudiado, copiado, modificado y usado de manera libre con cualquier fin, y puede ser redistribuido con o sin cambios o mejoras. Cuatro son las libertades esenciales de los usuarios definidas por la *Free Software Foundation*:

- 0) La libertad de ejecutar el programa como se desea, con cualquier propósito.
- 1) La libertad de estudiar cómo funciona el programa y cambiarlo para que haga lo que se quiera. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- 2) La libertad de redistribuir copias para ayudar al prójimo.
- 3) La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros. Esto permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

Esto ha propiciado el crecimiento de los *makers*, personas capacitadas para la intervención directa y la práctica de un renovado *do it yourself*. Las licencias abiertas, la voluntad de experimentar con tecnología de vanguardia en el mundo del arte y la conectividad a Internet conforman el contexto en el cual Neil Gershenfeld crea los talleres denominados *How to make (almost) everything*, precursores de los Fab Lab. Toda esta tecnología de *hardware* y *software* como Arduino (estructura para el desarrollo de proyectos electrónicos mediante un microcontrolador) o GIMP (*software* para la edición de imagen bidimensional), SketchUp en su versión gratuita o Blender (edición tridimensional), o Audacity (edición de audio) establece una diferenciación entre los procesos actuales respecto de los *high-tech* anteriores. Este cambio cultural ha atravesado al diseño y dejó consecuencias evidentes, al punto de llegar a denominar un tipo de producción tecnológica como *diseño y fabricación digital*²⁴¹.

4.2. Neil Gershenfeld y el origen de los Fab Lab

En 1998, Neil Gershenfeld, profesor del MIT, ofreció a sus alumnos un curso semestral denominado *How to make (almost) everything*. Los laboratorios del Center for Bits and Atoms del MIT se encontraban, en aquel entonces, equipados con máquinas de última generación para corte por láser, corte por chorro de agua y *software* para modelado 2D y 3D en computadoras construidas para mantener una alta *performance* de trabajo durante las operaciones de modelado digital. Gershenfeld reconoció, en el año 2000, que el diseño y la fabricación digital se encontraban en una situación límite: existían recursos en el ámbito de la fabricación digital para construir objetos por usuarios de PC; es decir que se trataba, según lo reconoció el mismo Gershenfeld, de una *personal fabrication*. La idea que dio origen a este taller fue simple: utilizar estas

²³⁹“Durante los primeros años del CAVS se experimentó fuertemente sobre el uso de la computadora, la televisión, el vídeo y otros equipos, siempre con fines artísticos. El centro siempre ha utilizado todas las grandes tecnologías emergentes” (Grubman, en Ruiz Martín, 2015, p. 72).

²⁴⁰<https://stallman.org/>

²⁴¹Ver Anexo IV.

sofisticadas máquinas para construir otras máquinas nuevas. La expectativa de Neil Gershenfeld era contar con unos diez estudiantes para realizar el curso; pero en esa primera convocatoria se inscribieron más de 100 estudiantes (Manichinelli *et. al.* 2017, p. 18).

Los Fab Lab se constituyeron con el fin de explorar las implicaciones de la fabricación personal por parte de aquellas personas que no tuviesen acceso a los laboratorios del MIT. “Fab Lab” significa “*lab for fabrication, or simply, fabulous laboratory*” (Gershenfeld, 2005, p. 12).

Así como las computadoras se arman combinando componentes (el procesador, memorias, etc.), los Fab Lab se organizaron relacionando colecciones de máquinas susceptibles de ser adquiridas en comercios, con *software* y procesos de fabricación diseñados específicamente para construir cosas. Análogamente a los primeros PDP (*Programmed Data Processor*), los Fab Lab no eran configuraciones estáticas de relaciones entre máquinas, *software* y procesos, sino que estaban organizados en función de relaciones dinámicas entre todas estas heterogeneidades puestas en relación. Lo fabricado en los Fab Labs, las máquinas para construir cosas que se construían en el mismo Fab Lab, el *software* específico que allí se diseñaba y los procesos que allí se desarrollaban pasaban a formar parte del mismo sistema del Fab Lab. En el año 2002 se crearon Fab Lab en India, Costa Rica, Noruega, Ghana, que se sumaron al primero, ubicado en la ciudad de Boston.

Un Fab Lab, entonces, es un taller en el que se hacen objetos (físicos) mediante tecnologías de la fabricación digital, usualmente, de manera colaborativa. No cualquier taller es un Fab Lab: hay cuatro condiciones excluyentes que un taller debe cumplir para ser considerado Fab Lab: 1) debe ser un taller de público acceso; 2) el taller debe adherir al *Fab Charter, the Fab Lab manifesto*²⁴²; 3) el taller debe estar equipado con el mismo set de equipos, y con el mismo tipo de tecnología, que el resto de talleres Fab Lab y 4) el taller debe colaborar con el resto de Fab Labs del resto del mundo participando de la Fab Lab Network.

Cada uno de los Fab Labs que integran la red mundial debe adaptar sus procedimientos a las condiciones locales; en los Fab Lab se promueve la diversidad, pero en igualdad de condiciones técnicas. Dentro de la gama de materiales con los que se trabaja en los Fab Labs se encuentran, prácticamente, todos: madera, plywood, MDF, PVC, PMMA, distintos tipos de siliconas, distintos tipos de goma y caucho, resinas epóxicas, vinilo, vinilo adhesivo, distintos tipos de papel, distintos tipos de cartones, distintos tipos de textiles, algodón, metales en diversos formatos, policarbonato, nylon, arcillas, etc. Cada uno de estos materiales es susceptible de ser modelado con un tipo específico de *software*, y trabajado con las herramientas adecuadas.

Tecnologías, herramientas y materiales básicos de un Fab Lab:

Tecnologías analógicas	Maderas, plywood, PVC, distintos polímeros (como el Polimetilmetacrilato).	Termoformado	
	Siliconas, caucho/goma, resinas epóxicas, uretanos y poliuretanos.	Moldeado, fundición.	
	Talaros, sierras de mano, sierras circulares, martillos, limas, tijeras, adhesivos, pinturas, lijas.	Trabajo manual	
	Escaner 3D	Modelado de imágenes mediante <i>software</i> específico	
	Fresadoras	Maderas, plywood, MDF, estirenos, cera.	Fresadoras CNC
	Corte	Vinilos, vinilos adhesivos, láminas metálicas delgadas, distintos tipos de papel, distintos tipos de cartón.	Cortadora de vinilo CNC
		Plywood, MDF, cartones, cartulinas, distintos tipos de tela, goma/caucho.	Cortadora láser
	Bordado/tejido	Algodón, distintos productos sintéticos, cables conductores eléctricos.	Máquinas de tejer digitales

²⁴²<http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>

	Impresión 3D	Polímeros (a base de ácido poliláctico PLA, alcohol polivinilo PVA, etc) ABS (Acrlonitrilo butadieno estireno)	FDM (Foused Deposition Modeling)
		Resinas fotoreactivas	SLA (Stereolithography)
		Aglutinantes y polvillo (<i>powders and binders</i>)	3DP (Inkjet Powder Printing)
	Componentes electrónicos		

Fuente: elaboración propia a partir de gráfico presentado en Menichinelli et. al. (2017) *Fab Lab. Revolution field manual*, p. 34.

Tecnologías y sus correspondientes *software* y conocimientos requeridos para su uso y gestión:

Tecnología	<i>Software</i> y conocimientos requeridos
Componentes electrónicos	Son necesarios conocimientos de física y de circuitos de corrientes débiles. Son necesarios conocimientos de soldadura y ensamblaje de componentes electrónicos. Algunos componentes de circuitos electrónicos pueden ser programados con lenguajes C, C ++.
Microcontroladores	Necesitan ser asociados a componentes y circuitos electrónicos para su corecto funcionamiento. Es necesario tener conocimientos de lenguajes de programación, como C, C++, Python y Processing.
Cortadoras láser	Es necesario aprender el <i>software</i> específico que cada fabricante de la impresora provee.
Cortadoras de vinilo	Es necesario dominar <i>software</i> para dibujo 2D.
Fresadoras CNC	Es necesario aprender el <i>software</i> específico que cada fabricante de la impresora provee. Es necesario dominar <i>software</i> para dibujo 2D y para modelado 3D. Es necesario dominar la gestión de archivos en formatos CAM y CNC.
Moldeado y fusión	Es necesario dominar conocimientos de procesos relacionados con distintos tipos de resinas epoxi.
Impresoras 3D FDM (Fused Deposition Modeling)	Es necesario poseer conocimiento y dominio de <i>software</i> de modelado 3D, para no incurrir en errores al diseñar formas de objetos para que puedan ser impresas en este tipo de impresoras.
Impresoras 3D SLA (Stereolithography)	Es necesario aprender el <i>software</i> específico que cada fabricante de este tipo de impresora provee.
Impresoras 3D 3DP (Inkjet Powder Printing)	

Termoformado	Es necesario dominar conocimientos de procesos relacionados con la deformación de materiales por temperatura.
Escaner 3D	Es necesario aprender el <i>software</i> específico que cada fabricante de este tipo de impresora provee, y tener conocimiento de gestión para el intercambio de formatos de archivo. Es imprescindible dominar <i>software</i> de modelado 3D.
Bordado, tejido y costura digital.	Es necesario aprender el <i>software</i> específico que cada fabricante de este tipo de impresora provee. Dado que las máquinas de costura, tejido y bordado digitales funcionan como las máquinas tradicionales, es necesario conocer técnicas tradicionales para llevar a cabo estas tareas.
Trabajos manuales	Es necesario tener conocimientos de manipulación de herramientas y empleo de estas en relación con los materiales con los cuales se trabaja.

Fuente: elaboración propia a partir de gráfico presentado en Menichinelli et. al. (2017) *Fab Lab. Revolution field manual*, p. 36.

4.3. La cultura *maker*

DIY (“do it yourself”) era la frase que identificaba al movimiento cultural en torno al 1950²⁴³ en los Estados Unidos; mientras que el movimiento *maker* del siglo XXI (término acuñado por Dale Dougherty²⁴⁴) fue presentado en 2005 en la revista *Make* y promocionado con una serie de *Maker Faires* en Estados Unidos que se convirtieron en las primeras exhibiciones para el movimiento emergente. Se reconoce a los *makers* como parte de la generación web, orientando sus actividades a la creación de cosas físicas en lugar de solo programar. La definición de *maker* se remite a “la identidad en base al acto de crear”, de modo que aquella persona que repara, es artesana, es aficionada o es inventora puede definirse como tal²⁴⁵.

Tres son los pilares sobre los que se sustenta el movimiento *maker*: a) herramientas para el diseño y la fabricación digital, b) medios digitales colaborativos y c) centros de fabricación situados en cualquier lugar del mundo capaces de producir series flexibles y reducidas en número.

Los *makers* contemporáneos²⁴⁶ se diferencian respecto de los *DIYers* de otras épocas en el uso que ellos hacen de las tecnologías modernas en un contexto de economía globalizada; se sirven, además, de las TICs tanto para conectarse y aprender, como de medio de producción y distribución. El *software* les permite diseñar, modelar y dirigir sus propios diseños, reduciendo al mismo tiempo la curva de aprendizaje para utilizar herramientas de tipo industrial de producción con materiales de última generación. Los foros vinculados a redes sociales y los sitios de publicación de video les permiten formar comunidades e iterar para alcanzar nuevos niveles de desempeño²⁴⁷. Financian sus emprendimientos en sitios de *crowdfunding* como

²⁴³En aquellos años existían comunidades en torno a publicaciones de carácter tecnológico para aficionados, como *Popular Mechanics*, *Popular Electronics*, entre otras.

²⁴⁴Dougherty, Dale. Inventor del término Web 2.0, fundador de GNN, Global Network Navigator (Navegador Global de Red), el primer portal web y el primer sitio en Internet apoyado por publicidad.

²⁴⁵Los valores que los *makers* enaltecen son aquellos en torno a la idea de que se debe compartir abierta y libremente el conocimiento y las herramientas, además de descentralizar el conocimiento, por ejemplo, sacarlo de la academia para hacerlo más accesible.

²⁴⁶Los *makers* son definidos por Gershenfeld como “*high-tech do-it-yourselfers, who are democratizing access to the modern means to make things*” (Gershenfeld, 2005).

²⁴⁷Las mismas fuerzas que están democratizando la información, mediante la mejor relación costo-rendimiento de la tecnología que impulsa la digitalización y la conectividad también están reduciendo el costo de producción de objetos físicos.

Kickstarter, mientras que fabrican sus creaciones en centros ubicados en cualquier lugar del mundo. Distribuyen el envío internacional por correo y servicios de distribución de comercio electrónico tales como Etsy y Quirky ayudan a los *makers* a comercializar sus creaciones. Publican archivos de diseños en plataformas en línea como Thingiverse²⁴⁸ y YouImagine²⁴⁹, que ofrecen los planos gratis para descargar y replicar. Venden sus productos en Etsy o eBay, o promueven sus capacidades en el diseño y la impresión tridimensional en plataformas como Makexyz²⁵⁰ y 3D-Hubs²⁵¹.

El movimiento *maker*, con su inclinación por el uso de *hardware* de código abierto, tiene un paralelismo con el movimiento del *software* de código abierto. Al permitir la programación colaborativa, el movimiento de código abierto cambió fundamentalmente la forma en que se desarrolló el *software*, lo que permitió una mayor velocidad de desarrollo. Con el diseño y las especificaciones técnicas disponibles en línea, los desarrolladores pueden modificar *hardware* existente y hacer prototipos rápidos y tiradas de producción a pequeña escala. Los *makers* digitales comparten los planos de sus diseños en línea para que otros puedan rediseñarlos y reutilizarlos. Esto también se conoce como “diseño abierto”.

Los mecanismos generativos del diseño abierto son dos: 1) compartir archivos de diseño digital en Internet bajo una licencia del tipo *Creative Commons License*²⁵² y 2) poder fabricar esos diseños directamente desde los archivos sin la necesidad de herramientas especializadas.

La computación en la nube (*cloud*) y el Internet de las cosas (IoT) ha pasado a converger con el diseño y la fabricación digital deslocalizada geográficamente; de aquí el concepto de *cloud manufacturing* (fabricación en la nube), que está emergiendo como una posible nueva generación de paradigmas de fabricación de una industria manufacturera colaborativa e innovadora. *Cloud manufacturing* es un modelo de fabricación en red que abarca la *cloud computing*²⁵³ (computación en la nube), con el objetivo de cumplir con las crecientes demandas de una mayor individualización del producto, una cooperación global más amplia, una innovación intensiva en conocimiento y una mayor agilidad de respuesta al mercado. El término *social manufacturing* capta el fenómeno de la participación compartida entre las empresas y los individuos en la producción de bienes físicos (Hamalainen; Jesse, 2017).

La digitalización de los procesos de fabricación con la impresión 3D o corte (láser, plasma) trasciende el mundo de los productos físicos y se vincula con la información y las tradiciones culturales. La libertad para diseñar provee las ventajas de una especie de producción artesanal (al estar en contacto directamente con materiales durante la operación de diseño y aprender del “saber hacer” de artesanos). Además, la naturaleza del movimiento *maker* es afín a un ecosistema sustentado en un modelo colaborativo de libre acceso con base en una gestión entre iguales, es decir, el llamado “procomún colaborativo”. Como señala Yochai Benkler: “Las transformaciones en la tecnología, la organización económica y las prácticas sociales de producción en este entorno han generado nuevas oportunidades de creación e in-tercambio de información, conocimiento y cultura” (2015, p. 35).

La aparición de la cultura *maker* en todo el mundo se puede ver como parte de un cambio más amplio en la conciencia sobre la relación entre el ser humano y el entorno material²⁵⁴. Esto se refleja en movimientos teóricos y académicos como el *the material turn*, el cual desplaza la intención humana como centro exclusivo de la agencia. Distanciándose del concepto de *tecnología* entendida como herramienta que funciona de manera invisible, los medios materiales se definen como un enfoque de las tecnologías que incorpora materiales como agentes activos en el proceso de creación de artefactos culturales. El uso que los *makers* hacen de las tecnologías del diseño y fabricación digital, y de los materiales, hace que a estos últimos se los conciba como un componente activo de la agencia, vinculando al ser humano en relación con el entorno material²⁵⁵.

²⁴⁸<https://www.thingiverse.com/>

²⁴⁹<https://www.youmagine.com/>

²⁵⁰<https://www.makexyz.com/>

²⁵¹<https://www.3dhubs.com/>

²⁵²Herramienta legal de carácter gratuito que permite a los usuarios (licenciarios) usar obras protegidas por derecho de autor sin solicitar el permiso del autor de la obra.

²⁵³La computación en la nube se considera como la suma de tres modelos de servicios fundamentales: infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS) y *software* como servicio (SaaS). Es decir que el usuario solo necesita disponer de una terminal (*tablet*, PC, *notebook*) con la memoria suficiente para navegar en la Web, y una conexión a Internet; no es necesario que instale todo el *software* en su propia terminal ya que hace uso de este a distancia.

²⁵⁴Se puede argumentar que los Fab-Labs son laboratorios vanguardistas de I+D que diseminan patrones de investigación, conocimiento, *know how*, experiencia y prácticas, y que están en evolución constante.

²⁵⁵El contrapunto de esta postura lo ilustra Latour con el concepto de *black-boxing*. Este término es utilizado por Latour (1987) para describir las tecnologías en las que la mecánica de su funcionamiento se oculta bajo un entorno opaco, de modo que “cuando una máquina funciona eficientemente [...] más opacos y oscuros [los trabajos] se vuelven” (Latour 2001, p. 304). Es decir que el funcionamiento eficiente de la tecnología hace que esta pase desapercibida, que se vuelva invisible por su propio éxito.

La cultura *maker*, por la manera antes señalada de trabajar (archivos compartidos en red, producción desterritorializada, creación de nuevas máquinas a partir de otras existentes, manejo de la información, etc.), desplaza la intención humana como la figura central de la agencia. Internet se fundamenta sobre una plataforma distributiva y colaborativa, con una tendencia a facilitar la colaboración y el diálogo entre iguales, fenómeno conocido como la gestión del *procomún*. En este contexto en el cual se ha originado el movimiento *maker* (con posibilidades de acceso a información y herramientas digitales, como las impresoras 3D o herramientas de corte). Los *makers* son individuos que obtienen su identidad a partir del acto mismo de creación. Este movimiento entraña un nuevo modo de generación, transferencia y uso del conocimiento basado en la colaboración, puesto que cuenta con recursos *sui géneris*; en otras palabras, tiene acceso, a través de comunidades físicas (FabLab o Makerspace) y virtuales, a conocimiento de cómo producir y diseñar.

4.4. El ciclo de la imagen en experiencias de diseño y fabricación digital

La relación entre el diseñador y el diseño y la fabricación digital está lejos de ser considerada como aporoblemática. Hay quienes basándose en modelos en los que la materia es moldeada por una forma intencionalmente concebida por el diseñador se han pronunciado en contra de la teoría y la práctica del diseño y la fabricación digital argumentando que ceden la agencia creativa del diseñador a las herramientas computacionales, ya sea copiando y pegando a ciegas ciertos efectos y algoritmos o aceptando acríticamente la coincidencia y el accidente como estrategias de diseño. La teoría expuesta en los dos primeros capítulos debe dejar en claro que la operación de individuación de la operación de diseño y fabricación digital sino que se desarrolla comprometiéndose creativamente con las posibilidades emergentes de los mundos informacionales y materiales, cuya complejidad significa que son irreductibles a las representaciones y a las lógicas puramente mentales (como en el modelo hilemórfico-sustancialista, en el que una forma idea es impuesta a una materia inerte). El pensamiento del diseño y la fabricación digital procede no solo a través de la exploración basada en reglas, sino también a través de transacciones con otros diseñadores, con distintos modelos de diseño, diferentes materiales, interfaces, *mouse*, teclados y pantallas dentro de campos *hylonoéticos* que alcanzan reinos materiales e inmateriales.

El teórico del diseño Nigel Cross (2005) ha comparado el pensamiento de diseño con la exploración simultánea de distintos pares alternativos (y mutuamente excluyentes) de solución de problemas²⁵⁶. Como los problemas de diseño rara vez son entidades bien definidas o limitadas, los diseñadores tienden a comprender el contexto de su trabajo a través de series de conjeturas de solución que los ayudan a explorar la formulación de problemas para proyectos específicos; en esto, el problema y la solución están íntimamente conectados y coevolucionan como contexto para el pensamiento de diseño. Este análisis de la iteración problema-solución es coherente con el marco que ofrece la teoría de la operación individuación de Simondon, en el que el individuo (la idea, el diseño, el diseñador) y el entorno emergen simultáneamente de la operación de individuación; resultados parciales e inextricables de la interacción creativa de producir lo que Simondon entiende como el procedimiento de individuación del pensamiento a medida que descubre aquello que está individuándose.

Para Simondon, la creación de la forma aparece como un acto de individuación que surge de la necesidad de resolver tensiones o potencialidades entre un ser vivo y su entorno. Simondon propone una nueva teoría de la imaginación, opuesta a la de Jean-Paul Sartre, en la que se afirma que la imaginación no siempre es consciente, ni una función "irrealizante" que debería oponerse a la percepción. De hecho, Simondon muestra que lo que precede a la percepción —es decir, la motricidad de lo vivo— ya es el nacimiento de un "ciclo de la imagen" que se extiende a la percepción misma en forma de "imágenes intraperceptivas", y luego más allá de la percepción a través de "recuerdos de imágenes" que están llamados a convertirse en "símbolos", para finalmente "concretizar" la imaginación en invención, fundando *un nuevo ciclo de relación con lo real*.

En la operación de diseño, no solo se producen imágenes, sino que se reciben imágenes, recuperándolas y reinstalándolas según una nueva orientación. "La imagen es la base de la anticipación, permite la prefiguración de un porvenir próximo lejano y el ensayo simbólico de soluciones a los problemas previstos" (2008, p. 22), afirma Simondon; y postula, durante los cursos dictados en la Sorbonne en los años 1965-1966 la existencia de un "ciclo de la imagen" en el cual se relaciona la imaginación reproductora con la invención. Este ciclo tiene consecuencias de carácter ontológico sobre la manera de entender la concepción que de la forma se hace en el ámbito del diseño. Es posible constatar, en la operación de diseño, la experiencia con imágenes antes de la experiencia del objeto (anticipación) con imágenes del objeto (experiencia) y con imágenes que hacen la invención (sistematización); en donde la teoría del ciclo de la

²⁵⁶Ver Anexo III.

imagen, la imaginación reproductora y la invención no quedan establecidas como realidades separadas, sino como fases de un mismo y único proceso de ontogénesis.

La invención de la forma no surge *ex nihilo*, sino que es el resultado de operaciones que se llevan a cabo atravesando tres fases en su formación²⁵⁷: anticipación, desarrollo y sistematización. Estas tres fases habilitarán una instancia de invención que, a su vez, estará en condiciones de servir como detonante para el inicio de un nuevo ciclo de la imagen. Los conceptos y las ideas expuestas por Simondon nos sitúan en una posición inédita para pensar la génesis de la forma en la operación de diseño.

El ciclo de la imagen (Simondon, 2008) puede ser comprendido a partir de la analogía entre las imágenes y los procesos de crecimiento y desarrollo en organismos. Simondon define la analogía como "una aserción según la cual una estructura relacional que se aplica en un campo particularmente conocido puede ser aplicada en otro campo objeto de investigación" (Montoya Santamaría, 2006), y se sirve de ella para arrojar luz en la tarea de establecer cuál es la dinámica que da cuenta de la operación de invención de la forma en relación con las imágenes.

Simondon supone que las imágenes pueden comportarse como subconjuntos estructurales, con estatus de cuasiorganismo, que poseen dinamismo genético en forma análoga a como sucede con un órgano que opera crecimiento en un ser vivo. Esta analogía permite llegar a percibir entre ellas y el resto de heterogeneidades relacionadas en el proyecto condiciones de neotenia²⁵⁸. De esta manera, resulta posible captar fases en esta analogía entre la imagen vinculada a la actividad en la operación de diseño y el crecimiento de los órganos de un cuerpo:

- 1) Se trata de una primera fase en la que se lleva a cabo el crecimiento "puro y espontáneo"; es una imagen que se desarrolla sin el control de referencias externas. La imagen por anticipación adquiere su energía a partir de condiciones endógenas.
- 2) A modo de recepción de información del medio en el cual nos encontramos, las imágenes, readaptándose en forma constante a la actividad local, se encuentran al servicio de la actividad perceptiva.
- 3) Cuando la situación que propicia la percepción no existe, cuando la interacción con el medio ha cesado, en la resonancia interna se lleva a cabo la organización de las imágenes según distintas sistemáticas. En función de la intensidad de la imagen, esta se encuentra en posesión de una cierta capacidad organizada. Entonces, estas imágenes devienen puntos singulares en una topología de situaciones vividas organizadas. Esta organización del sujeto es una síntesis (no dialéctica) de energía propia del sujeto más información, que es tomada de la interacción con el medio.
- 4) El cambio de organización interna de las imágenes propicia la invención: al encontrarse estas disponibles en el sujeto, sirven para abordar la relación con el medio con estas nuevas anticipaciones. Se trata de un recomienzo de la génesis.

"Según esta teoría del ciclo de la imagen, imaginación reproductora e invención no son realidades separadas ni términos opuestos, sino fases sucesivas de un único proceso de génesis" (2008, p.10), afirma Simondon. La analogía propuesta por el autor muestra que cualquier transformación no es génesis de forma. La génesis de la forma existe como también lo hace la génesis de la vida, es decir, el momento en el que aparecen la unidad y la coherencia. La operación de diseño otorga coherencia a imágenes: una imagen puede ser el resultado de una invención, pero también puede ser un germen que desencadene la amplificación de la operación de diseño.

De esta manera, la imaginación reproductora no es una realidad separada de la "imagen invención"; tampoco son términos opuestos, sino que son fases sucesivas de un mismo proceso de génesis. Y, en tanto órganos que habitan el cuerpo humano,

las imágenes no son tan límpidas como conceptos; no obedecen con tanta ductilidad a la actividad del pensamiento; solo se las puede gobernar de manera indirecta [...], aparecen casi como organismos secundarios en el seno del ser pensante: parásitas o coadyuvantes. (Simondon, 2008, p.15).

Las imágenes oponen resistencia a presentarse ante nosotros; se resisten a ser tratadas, a ser manipuladas. Las imágenes (como órganos del cuerpo) se despliegan con relativa independencia: tienen fuerza y su presencia tiene consecuencias; son eficaces. En las situaciones de emergencia con las cuales el diseñador se topa durante la operación de diseño, las imágenes posibilitan tomar decisiones sobre lo que se

²⁵⁷"La inestabilidad es el punto de partida para una nueva propuesta de diseño en la operación, en la cual se incorporan probabilidades e inestabilidades. La imaginación tiene el poder de volver al hombre extraño a la situación presente e indiferente a lo que es dado realmente, como si eso no estuviera en él" (Simondon, 2013, p. 57).

²⁵⁸Fenómeno estudiado en *Biología del desarrollo*, pertenece a los procesos de heterocronía. Simondon refiere, con este término, al distinto ritmo de crecimiento de los órganos de un mismo cuerpo.

hace sin comprometerse con ello, dado que las formas que puede adquirir una cosa que se está diseñando pueden ser muchas. Las imágenes permiten distanciarse de la cosa que está siendo diseñada pero, a su vez, nos implican con circunstancias anticipatorias, con contenidos organizativos y con afectos y emociones.

Simondon señala que "cuando la percepción es consumada, ya no es metaestable; se ha vuelto estable, ya que se integra como subconjunto en un problema más vasto, en el cual aparece la metaestabilidad, la asimetría que caracteriza a los procesos vitales" (Simondon, 2006, p. 196).

Los conceptos de *transducción*, *amplificación* y *metaestabilidad* (que Prigogine-Stengers incluirán como un caso, entre tantos, particular de los sistemas en estados lejanos al equilibrio estable) están relacionados en forma directa con la noción de *invención*. La invención en la operación de individuación de diseño resulta de complejas sistematizaciones, de sobresaturaciones, de problematizaciones entre heterogeneidades devenidas dispares que pueden abrir la puerta a realidades imprevistas. Simondon nota al respecto:

La capacidad de percibir está poco alejada de la fuerza de imaginar, sin que se dé a esta palabra el sentido de una construcción ficticia: la imagen es ante todo el detalle pregnante que agrupa alrededor suyo el conjunto del cuadro perceptivo. Existen imágenes en lo real percibido. (2006, p. 201).

Mientras que, en relación con la comunicación visual en los seres humanos, esta "es capaz de facilitar y de transmitir las actividades de simulación [...], de anticipación y de invención" (Simondon, 2016, p. 104), las distintas imágenes pueden contribuir a que se produzca la invención, pero no bastan por sí mismas para asegurarla, dado que

la invención sigue siendo aquello que hace posible aparecer una necesidad post facto volviendo posible una comunicación entre sistemas de comunicación primitivamente intraducibles; la invención tiene sentido de autoconstitución de normas; no es una comunicación, sino una comunicación entre comunicaciones, un sistema de sistemas, instituido en un nivel de complejidad superior a cada uno de los sistemas preexistentes. (Simondon, 2016, p. 109).

El círculo de la imagen, que se desarrolla vinculando en su trayecto circular a lo puramente mental con lo real objetivo, permite relacionar a las imágenes con un devenir material. Así entonces, la imaginación consiste tanto en la producción de imágenes en la invención (que es resultante del ciclo y detonante de un nuevo comienzo) como en la reproducción en la cual se encuentra implicada la manera de recepcionarlas que incidirá en el sentido que de ella se obtenga. Captar el sentido de una imagen implica vincularla, como invención, al devenir del diseño. Una imagen es más que el resultado de una percepción. En tanto concepto antropológico, se posiciona en lo humano, y el mismo diseñador es el lugar en el que ellas se sitúan.

En el diseño y la fabricación digital queda claro que incluso el diseño susceptible de soportar una carga altamente simbólica (pero que requiere de tareas sistemáticamente organizadas para su diseño y fabricación/construcción) se basa en un compromiso muy interactivo y fluido, nacido de interacciones minuciosas, en lugar de en planes maestros detallados. El trabajo de diseño alterna momentos de descubrimiento básico (que involucra períodos de alta actividad con el *mouse* y la pantalla, arrastrando continuamente y cambiando la curvatura para ver qué sucede) con períodos más cortos para la contemplación, en los que el movimiento continuo y la rotación del bloque en la pantalla ayudan a construir una comprensión más profunda del impacto 3D de una aproximación dada. Algunas veces estas exploraciones van por mal camino, los algoritmos matemáticos que ejecutan la aproximación devuelven geometría sin cortes y sin formato y el diseñador deshace los últimos pasos con unas pocas teclas para volver a intentarlo con un enfoque diferente. Alternativamente, es posible incorporar el accidente en el diseño.

4.5. Experiencias de diseño proyectual que tienden a desdibujar la división entre instancias

El arquitecto Gustav Peichl²⁵⁹ destaca como de fundamental importancia, al momento de desarrollar un proyecto, comprender o sensibilizarse respecto del *genius loci* o el espíritu del lugar específico en donde se implantará una obra de arquitectura. Comienza con la construcción de los edificios cuando los planos ejecutivos no han sido completamente definidos. Es decir que convive el proceso de diseño durante el período de construcción del mismo edificio, relacionándose la producción de dibujos con la ejecución de tareas que implican aporte y modificación de la disposición de material en la obra en desarrollo: la obra no se añade al proyecto como una instancia posterior, sino que esta es una manera particular de manifestarse de

²⁵⁹Gustav Peichl nació en Viena, en el año 1928. Se graduó como arquitecto en 1953, en el Instituto de Arte y Arquitectura de la Akademie der bildenden Künste Wien. Allí estudió, como Hans Hollein lo haría más tarde, con el arquitecto Clemens Holzmeister. Se considera a sí mismo un creador de formas, dado que la arquitectura está hecha de ellas.

ese mismo proyecto. La obra en construcción aporta información que sirve para conformar la documentación gráfica del mismo edificio. Parte de la actividad de diseño se lleva a cabo en la misma obra acondicionando ambientes durante la construcción, como si estos estuviesen acabados. Esto se hace con el fin de verificar *in situ* aspectos tanto estéticos como funcionales o tecnológicos del edificio.

Una vez que Peichl se ha asegurado de que los ambientes son correctos desde los diversos puntos de vista antes señalados, esa información es volcada en dibujos que servirán de guía para la construcción del resto del edificio y como registro gráfico del avance de la obra. Existe, entonces, la presencia del arquitecto durante el acto mismo de construcción del edificio que se está proyectando. Esto permite realizar el ejercicio intelectual de formular preguntas desde la obra hacia las propuestas expresadas en el proyecto. Existe una suerte de inversión de la relación entre las preguntas que se hacen con el fin de dilucidar problemas implicados en un proyecto y las respuestas dadas a esas preguntas. Shin'ichi Eto, arquitecto integrante del equipo de trabajo del estudio de Peichl, comenta al respecto:

El proceso de proyectación (sic) en el atelier es sumamente interesante, sirve para comprender a Viena. Por eso quiero dar aquí una imagen. En la mayoría de los países se entregan los planos una vez finalizado a la firma constructora y con ello ha terminado el trabajo en la firma de arquitectos en un 90 %. En cambio en el atelier de Peichl, [...] se comienza la construcción cuando el plano de ejecución sólo está preparado en su novena parte (sic). Mientras se esperan las diferencias entre los planos y la construcción, recién se finalizan los planos con las realidades de la construcción. (*Summarios* n° 85, 1985, p. 28).

El orden del proyecto es abierto mientras dura la construcción del edificio. Lo impredecible encuentra un lugar, no casual, para ser considerado dentro del proceso de diseño. No se está, entonces, frente a un resultado definitivo y cerrado cuando el arquitecto Peichl decide comenzar a construir un edificio de su autoría. El proyecto queda así expuesto al cambio reflexivo desde la obra en construcción y, con él, al igual que los dibujos realizados para la revista *Die Presse*²⁶⁰, queda expuesto también a la crítica social el mismo arquitecto, quien es el autor y responsable de la forma del proyecto.

Enric Miralles desarrolló una manera particular de organizar información en los planos de sus propios proyectos; planos complejos por necesitar exponer en forma precisa posiciones de objetos que no responden a formas asociables con los sólidos platónicos, y que han sido proyectados manipulando objetos (tridimensionales) en el espacio. Estos planos estaban hechos de vistas y alzados superpuestos de secciones relacionadas (y parcialmente superpuestas) con plantas y dibujados, incluso, sobre fotografías.

El estudio de los dibujos de dichos planos concitó la atención de Miralles, en una época en la que el CAD todavía no se había desarrollado lo suficiente como para formar parte de las oficinas de arquitectura. Los primeros *collages* y planos de Miralles fueron realizados a mano o con instrumentos como reglas y escuadras. Estos dibujos complejos se relacionan con una arquitectura de formas complejas: formas-informes que no pueden entenderse ni representarse gráficamente valiéndose de los recursos que ofrece la representación según el sistema propuesto por Gaspard Monge.

Miralles, junto a Carme Pinós (*El Croquis* N° 30, 1987) expuso las dificultades de la compleja relación que se lleva a cabo, mediante el dibujo, entre lo imaginado por el arquitecto y aquello que debe comunicarse. Esto lo hicieron en forma textual y gráfica en un breve artículo titulado "Cómo acotar un *croissant*" (o "medialuna" en Argentina). El sistema propuesto para llevar a cabo la acotación se basa en aprovechar las ventajas de las condiciones morfológico-estructurales del triángulo (formas estructuralmente no deformables), y relacionarlas entre sí en la presentación en planta del *croissant* situando, sobre estos triángulos, otras cotas normales a ellas que, al relacionarse con las primeras, permiten determinar en forma precisa las dimensiones y las relaciones entre partes del *croissant*. El dibujo de la planta se acompaña de una serie de secciones con las cuales se logra definir en forma precisa el volumen del *croissant*.

Las relaciones precisas entre triángulos de cotas superpuestas permiten definir las dimensiones del *croissant*. Las superposiciones de cotas hacen pensar que es posible seguir acotando el objeto a medida que este vaya modificándose. Se trata de una operación de individuación del acotado, no de una acotación definitiva; operación que puede acompañar a la individuación del objeto que está siendo acotando.

Patrik Schumacher califica como "estilo" al diseño paramétrico (define *estilo* como programas de diseño²⁶¹; por lo tanto, no es posible concebir un proceso racional de diseño sin la existencia de un estilo que

²⁶⁰ Periódico alemán con sede en Viena, Austria.

²⁶¹ Reconoce la existencia de estilos epocales (de largo término, estilos que definen una época), estilos transicionales (estilos que es posible situar entre épocas, es decir, de transición) y estilos subsidiarios (son aquellos que ponen de relieve algunos aspectos del estilo epocal). Schumacher no reconoce a la arquitectura medieval ni al gótico como propiamente arquitectura. Cada estilo epocal se corresponde, como es de suponer, con una determinada organización social. Así entonces, La arquitectura medieval vernacular y el estilo románico (previos a la definición albertiana de *proyecto*) se corresponden con el feudalismo; el gótico con el feudalismo y el crecimiento en altura de ciudades; el Renacimiento con el primer capitalismo y las ciudades estado; el Barroco con el mercantilismo y el absolutismo; el

sirva de fundamento. Y los estilos de vanguardia son verdaderos programas de investigación en diseño). El diseño paramétrico, según la propia experiencia de este arquitecto, ha pasado por distintas etapas en función de los recursos que el *software* ha ofrecido: una primera etapa caracterizada por el uso de *balloons* (Metaball²⁶²). Actualmente se utilizan, preponderantemente, *softwares* que dan cuenta de los procesos de fabricación, de la disposición de los materiales, y en estos diseños se busca hacer visible el modo de realización de esas construcciones (consideradas como un todo, el diseño y la fabricación digital). Esta constatación puede ser reconocida como una posible definición de “tectónico”²⁶³: se refiere a arquitectura estereotómica para denominar aquella en que la gravedad se transmite de una manera continua, en un sistema estructural continuo en el que la continuidad constructiva es completa; mientras que se hace referencia a arquitectura tectónica para caracterizar a aquella en que la gravedad se transmite de una manera discontinua, en un sistema estructural con nudos en el que la construcción es sincopada.

La operación de diseño, cuando se trabaja con Grasshopper, es heurística. El diseño paramétrico considera desde la aplicación de curvas paramétricas hasta la relación de propiedades generales de la construcción/fabricación, y utiliza programación gráfica y/o *software* de análisis. Son las intensidades de las relaciones, afirma este arquitecto austríaco, las que definen las formas. Las relaciones a las que refiere se aproximan a la definición ofrecida por Maturana y Varela de *autopoiesis*; es decir que las relaciones se establecen entre seres constituidos, en proceso de individuación.

Es posible diseñar espacios en los que no se distinguen articulaciones entre tipos constructivos (como paredes portantes, columnas, losas, vigas) mediante el tipo particular de producción tecnológica que es el diseño y la fabricación digital. Además, involucran trabajos multidisciplinares en los que confluyen diferentes determinaciones técnicas, lo cual otorga una generación flexible y colectiva del diseño a través de diversos sistemas digitales empleados, tales como:

- Modelación constructiva (CAD 3D - BIM): para realizar configuraciones geométricas con asociación de datos y visualizaciones.
- Programación geométrica: para la definición de procedimientos declarativos que manipulan formas, como Grasshopper en Rhinoceros, Generative Components en Microstation, Digital Project en CATIA.
- Optimización topológica: para cálculo resistente por análisis de elemento finito con restricciones de material o comportamiento (Huang y Xie, 2010).
- Simulación ambiental: cálculo de radiación solar, iluminación, ventilación o consumo energético de edificaciones.
- Algoritmos genéticos: para operaciones que evalúan su resultado según una fórmula de efectividad (*fitness*), utilizando secuencias evolutivas (Goldberg, 1998).
- Fabricación digital: equipamientos para elaborar modelos físicos de información digital mediante acciones de corte, rebaje o solidificación.

El proceso de diseño paramétrico se organiza en función de cuatro actividades, las cuales no son necesariamente secuenciales: 1) definición de condiciones iniciales, 2) diseño mediante algoritmos visuales del procedimiento paramétrico (o selección de una utilidad específica), 3) ejecuciones y variaciones del procedimiento y 4) selección e interpretación de resultados, además del conjunto de parámetros considerados. Frecuentemente estas actividades y datos se combinan y definen condiciones mientras se prepara o ejecuta el procedimiento, o es ajustado según los resultados o nuevas posibilidades que se avizoran.

Por *condiciones iniciales* se entienden todos aquellos aspectos relacionados con el encargo o de situación que el diseñador enfrenta con el objeto de problematizar en términos de diseño. Algunas condiciones se advierten después de obtener los resultados, descartando opciones que escapan a requerimientos o posibilidades efectivas. Las condiciones pueden ser conceptuales, límites de desempeño, superficies funcionales, magnitudes o características de la forma (curvaturas, extensión, repeticiones, etc.), las cuales se expresan en operaciones o en valores numéricos de manera explícita o intuitiva (por ejemplo, al elegir resultados).

Los parámetros tienen la función de expresar rangos, límites y configuraciones específicas. Un mismo modelo paramétrico puede entregar diferentes resultados según varíen los parámetros que lo controlan.

Los procedimientos se definen usualmente en plataformas de programación visual (*visual scripting*) como Grasshopper, Generative Components o Digital Project, los cuales poseen diversas funciones

neoclasicismo e historicismo con el burgués capitalismo y las naciones estado; el modernismo con el fordismo y el internacional socialismo y el parametricismo con la sociedad global y el post-fordismo.

²⁶²Metaball se denomina a una técnica de gráficos generada por computadora para simular interacción orgánica entre diferentes objetos n-dimensionales (como gotas de mercurio mezclándose por su superficie). Esta técnica fue creada a principios de los 80 por Jim Blinn, científico informático estadounidense conocido por su trabajo como experto en gráficos informáticos en el *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) de la NASA.

²⁶³Del griego *τεκτονικός* (*tectonikos*), perteneciente a la construcción o estructura; de *τεκταίνω*, “construyo”.

programadas; y en ocasiones se utilizan programas de análisis adicionales. Por lo tanto, la preparación consiste muchas veces en elaborar una programación o buscar algunos componentes o programas completos definiendo los antecedentes y las acciones y realizando algunas ejecuciones de comprobación. La ejecución del procedimiento se puede reconocer como una acción diferenciada de la preparación, por cuanto corresponde a operar el algoritmo con los datos indicados y generar resultados formales. Se puede ejecutar repetidamente modificando los datos y producir una variedad distinta de resultados. De este modo, podemos considerar este procedimiento como la acción central del diseño paramétrico (aunque escasamente diferenciada), incluyendo su ajuste según los datos y los resultados generados.

Los procedimientos paramétricos producen finalmente una forma o conjunto de formas que debe ser integrado en la operación de diseño y fabricación digital; rara vez constituyen el diseño final completo, sino una figura relevante que debe ser incorporada y detallada constructivamente.

4.6. Diseñar la impredecibilidad mediante programación visual de algoritmos

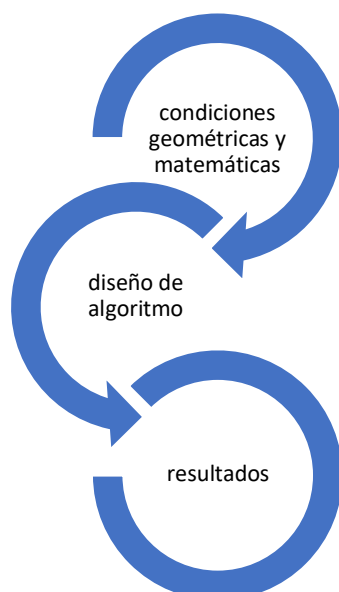
Maturana y Varela (2004) señalan que los sistemas generativos propician el ámbito para que el propio sistema genere sus propias partes; es decir que estos se generan a sí mismos y generan sistemas. Existe en este tipo de sistemas una cierta autonomía, lo cual torna impredecible su actividad generativa. Manuel de Landa (2001), a partir de reconocer que los genes guían pero no ordenan la forma final que el sistema produce, realiza una analogía entre el desempeño de los genes en un sistema generativo de un viviente y la operación de diseño:

Los genes no contienen un programa de forma final [...] sino que sacan esa forma final del óvulo facilitando una transición de fase aquí, inhibiendo otra allí, maniobrando el proceso dinámico de desarrollo en ciertas direcciones y alejándolo de otras. Los arquitectos e ingenieros de estructuras tendrán que convertirse en diseñadores de óvulos. (De Landa, 2001).

El óvulo permite que el sistema se genere dentro de ciertos límites o umbrales, pero no define de manera estricta la forma del resultado. De manera similar sucede con los algoritmos definidos mediante programación visual en Grasshopper: no se tiene la certeza de los resultados formales que puedan emerger pero sí, en líneas generales, de la manera en que el sistema puede llegar a reaccionar cuando se modifican determinados inputs.

Mario Carpo define el concepto de *no linealidad en los sistemas* de la siguiente manera: “La información de entrada (input) no tiene necesariamente una correlación de causa y efecto con la información de salida (output)” (2012, p. 112).

Al diseño basado en algoritmos en el entorno Grasshopper es posible organizarlo en dos grandes grupos en función de la metodología empleada por el diseñador: *object based geometry population* o *scripting*. En el primer caso se trabaja con una geometría generada en un *software* para dibujo, como puede ser Rhinoceros. Las geometrías generadas en este programa son “pobladas” por otras geometrías definidas en Grasshopper. En el segundo caso, en la metodología del *scripting*, el diseñador genera líneas de código, es decir, realiza programación. En ambos casos lo que se hace es diseñar la operación de diseño, es decir, protocolos algorítmicos con programas de acción, umbrales, cuya razón de ser es la de generar propiedades emergentes.



Al diseñar un proceso y no un resultado concreto se desarrollan colecciones de relaciones matemáticas y geométricas en los algoritmos, los cuales permiten explorar más de un resultado, respetando premisas de diseño establecidas previamente (las cuales pueden ser puestas en cuestión durante el proceso mismo de diseño).

Si bien la mayoría de los algoritmos están diseñados con una solución específica en mente para un problema, hay algunos problemas cuya solución es desconocida, vaga o mal definida, en cuyo caso los algoritmos se convierten en el medio para explorar posibles caminos que pueden conducir a posibles soluciones. Los algoritmos se representan en diagramas, como diagramas de flujo, o mediante el uso de lenguajes de computadora en forma de *scripts* o programas. Un algoritmo es una expresión lingüística del problema y, como tal, se compone de elementos lingüísticos y operadores organizados en ortografía y enunciados gramatical y sintácticamente correctos. La articulación lingüística tiene el propósito no solo de describir los pasos del problema, sino también de comunicar la solución a otro agente para su posterior procesamiento (en el medio del diseño y la fabricación digital, el agente es la propia computadora). Por lo tanto, un algoritmo puede verse como un mediador entre las ideas del diseñador y la capacidad de procesamiento de la computadora. La capacidad del algoritmo para servir como transductor puede interpretarse como bidireccional: como un medio para dictarle a la computadora cómo resolver el problema, o como un reflejo de un pensamiento humano en la forma de un algoritmo.

Mientras que anteriormente los diseñadores buscaban la reducción de la complejidad a través de algoritmos, actualmente están tratando de explorar las complejidades inherentes al diseño. El diseño y la fabricación digital emergen como un rastro de operaciones algorítmicas. Independientemente de su complejidad, las tareas y decisiones involucradas pueden formalizarse como un algoritmo. Como tales, los algoritmos proporcionan un marco para articular y definir tanto los datos de entrada como los procedimientos.

El objetivo final de un algoritmo de cálculo es obtener una entidad libre de fallas y que responda, en el mejor de los casos, a los criterios iniciales. Por el contrario, en el ámbito del diseño y la fabricación digital, debido a la presencia de urgencias, la solución inesperada siempre está ahí. Y este es el verdadero potencial, el verdadero avance innovador en el uso de algoritmos para generar formas. Como los algoritmos no se basan en conjuntos predefinidos de formas geométricas sino en reglas simples, el resultado formal es inesperado.

Pero el algoritmo, obviamente por sí solo no es suficiente para definir un objeto que está siendo diseñado. Para seleccionar un determinado diseño (estático) en el flujo de diseño de un algoritmo, es necesario que el diseñador asigne valores a los parámetros de las funciones periódicas implicadas en dicho algoritmo²⁶⁴. Esto le permitirá definir aspectos singulares de una cosa en particular. El diseño de una cosa, "el diseño" (un único y óptimo diseño de algo) no ha sido definido de una vez y para siempre. Existen aspectos del diseño que no son computables por un algoritmo, y ese es justamente su zona de incompletud, zona que permite que el diseñador (en los términos expuestos por Simondon) se relacione con la operación de individuación de lo que está siendo diseñado (forme parte de esta operación) y defina valores con el fin de obtener un diseño.

El modelado digital no se identifica con un proceso en el que el diseñador selecciona la tipología geométrica más adecuada para sus propósitos, utilizando esta herramienta para elaborar la forma sin ser consciente del verdadero potencial. Los procesos que generan formas deben ser objeto de estudios, que siempre son más profundos y conscientes. Esto le dará a los diseñadores el control del modelado y la toma consciente de decisiones. Como en las fases anteriores, uno tenía que elegir de la biblioteca configurada por los creadores del *software*, que a menudo no conocían las necesidades específicas de cada usuario.

4.7. Grasshopper user object. Hornero

Grasshopper²⁶⁵ es un lenguaje de programación visual y un entorno desarrollado por David Rutten en Robert McNeel & Associates, que se ejecuta dentro de la aplicación de diseño asistido por computadora (CAD) Rhinoceros 3D. Los programas se crean arrastrando componentes a un lienzo. Las salidas de estos componentes se conectan a las entradas de los componentes posteriores. Este *software* se usa principalmente para construir algoritmos generativos. Los algoritmos generados con este *software* se

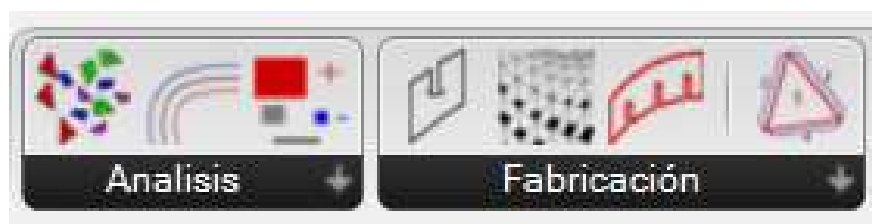
²⁶⁴El uso de CAD como Rhinoceros genera superficies que generalmente no se pueden diseñar con una regla. Hay otros generadores de geometría compleja que encontramos en software gráfico como Maya o Softimage. Usando estos softwares, la idea de "no estándar" se equipara a "original" o "complejo". Pero en cada uno de estos casos se trata cada proyecto de diseño como la oportunidad para una creación individual y única, como el modelo de creatividad que se promueve desde el modelo hilemórfico/intencionalista. El punto de vista alternativo es considerar el objeto como un punto en un continuo (esto puede lograrse mediante el uso de algoritmos).

²⁶⁵La primera versión de Grasshopper se lanzó en septiembre de 2007 y se tituló Explicit History. Grasshopper se ha convertido en parte del conjunto de herramientas estándar de Rhino en Rhino 6.0 y versiones posteriores.

comportan de manera similar a como Shannon definiera los sistemas: “El sistema debe estar diseñado para funcionar para cada selección posible, y no únicamente para el que se elegirá, ya que esto es desconocido en el momento del diseño²⁶⁶” (traducción propia de Shannon en Shai Yeshayahu, en Sprecher *et al.* 2010, pág. 14).

Los usos avanzados de Grasshopper incluyen modelado paramétrico para ingeniería estructural, modelado paramétrico para arquitectura y fabricación, análisis de rendimiento de iluminación para arquitectura ecológica y consumo de energía en edificios. El entorno visual²⁶⁷ de Grasshopper proporciona una manera de desarrollar diseños sin tener que aprender a escribir líneas de código; por lo tanto, sin saber programación. Un lenguaje de programación visual (VPL) es cualquier lenguaje de programación que posibilita a los usuarios crear programas mediante la manipulación gráfica de los elementos del programa en lugar de especificarlos textualmente, permitiendo la programación con expresiones visuales, arreglos espaciales de texto y símbolos gráficos (que son utilizados como elementos de sintaxis o notación secundaria).

Un *user object*, en Grasshopper, consiste en una serie de algoritmos realizados mediante programación visual, y agrupados bajo una determinada denominación. El *user object* se presenta como un panel de componentes, accesible mediante íconos. El *user object* Hornero fue desarrollado por el arquitecto Arturo de la Fuente²⁶⁸.



Hornero permite diseñar objetos en los términos descriptos anteriormente para el diseño y la fabricación digital. En un mismo panel se exponen los accesos a comandos destinados a definir geometrías (Análisis), y comandos para el tratamiento del material (Fabricación). Tanto el material como la geometría son fuentes de forma, y para la producción de un objeto no se necesita el auxilio de planos que sirvan para comunicar información a terceros.

4.8. Scripting

Un script (también denominado “guión” en español) es un fichero de texto que contiene una serie de instrucciones que se pueden ejecutar en la línea de órdenes, y que se ejecutarán seguidas una de la otra.

²⁶⁶ *The system must be designed to operate for each possible selection, not just the one which will actually be chosen since this is unknown at the time of design* (Shannon en Shai Yeshayahu, en Sprecher *et al.* 2010, pág. 14).

²⁶⁷ Íntimamente relacionado con el *visual thinking* (también llamado aprendizaje visual/espacial o pensamiento de imagen) el cual es estudiado como fenómeno del pensamiento a través del procesamiento visual.

²⁶⁸ Arquitecto egresado de la Universidad de Buenos Aires. Profesor de Diseño Paramétrico en la maestría de diseño interactivo (MAEDI); además es profesor adjunto en Estructuras III, profesor titular en Tectónica Digital y profesor de *Software* en el Programa en Arquitectura y Tecnología en la Escuela de Arquitectura y Estudios Urbanos Universidad Torcuato Di Tella. <https://www.arturodelafuente.com/>



Los algoritmos en diseño han sido capaces de trascender su papel como marcos de formalización y abstracción; y esto ha sido posible en gracias a la integración de lenguajes de *scripting* en programas CAD. Los algoritmos, intervenidos localmente mediante *scripts*, pueden ser visualizados directamente y, a través de los métodos de fabricación digital, se puede construir lo que está siendo diseñado. Mediante *scripts* es posible abordar procesos locales, contingentes, circunstanciales, con diversas escalas y complejidad. Los algoritmos intervenidos mediante *scripts* pueden generar interminables permutaciones de un esquema. Un ligero ajuste de la entrada o del proceso conduce a una adaptación instantánea de la salida. Cuando se combinan con una función evaluativa, se pueden usar para proceder de forma recursiva.

Los diseñadores, en tanto usuarios de paquetes de *software*, suelen tener poco o ningún conocimiento de los algoritmos que impulsan los programas que emplean. La mayor parte de la interactividad se reduce a una manipulación de los comandos mostrados en la pantalla, sin tener en cuenta los cálculos matemáticos subyacentes detrás de ellos.

Kostas Terziadis (2009) afirma: "Un algoritmo no es solo una implementación de computadora, una serie de líneas o código en un programa o un lenguaje, sino que también es un constructo teórico con profundas repercusiones filosóficas, sociales, de diseño y artísticas"²⁶⁹ (traducción propia, p. 83). Y el *script*, en el sentido en el cual el algoritmo es descrito por Terziadis, es quizás la manifestación más evidente de la intervención del diseñador en el diseño del algoritmo.

4.9. Cobots

Los *cobots* son robots que cooperan o colaboran con humanos. En lugar de reemplazar a los humanos en el entorno de fabricación y trabajar de forma independiente²⁷⁰, trabajan junto a los humanos o aprenden de ellos. Los *cobots* pueden sentir la presencia de seres humanos u objetos anormales en su camino y están programados para detener o revertir su movimiento.

Con la inclusión de la tecnología AI, los *cobots* pueden aprender de sus homólogos humanos. Esta es una característica poderosa que abre nuevas posibilidades para los fabricantes.

Por ejemplo, un brazo y una mano robóticos que se utilizan para instalar componentes delicados pueden equiparse con sensores de presión que pueden ser guiados por un ser humano y se les puede "enseñar" cuánta presión aplicar al objeto para evitar que se rompa.

En 2016 Autodesk dio a conocer un ejemplo único de integración de flujo de trabajo construyendo un pabellón de diseño generoso a partir de bloques de piedra caliza y otros materiales que fueron tallados por una combinación de maquinado CNC ("control numérico por computadora"), *cobots* y talla artesanal tradicional.

²⁶⁹ "An algorithm is not only a computer implementation, a series of lines or code in a program, or a language, it is also a theoretical construct with deep philosophical, social, design and artistic repercussions" (Terziadis, 2009, p. 83).

²⁷⁰ George Charles Devol (1912-2011) estableció las bases de los robots industriales al patentar, en 1948, una máquina flexible, adaptable a distintas situaciones y de fácil manejo. En el año 1954 concretó la fabricación y puesta en funcionamiento del primer robot programable.

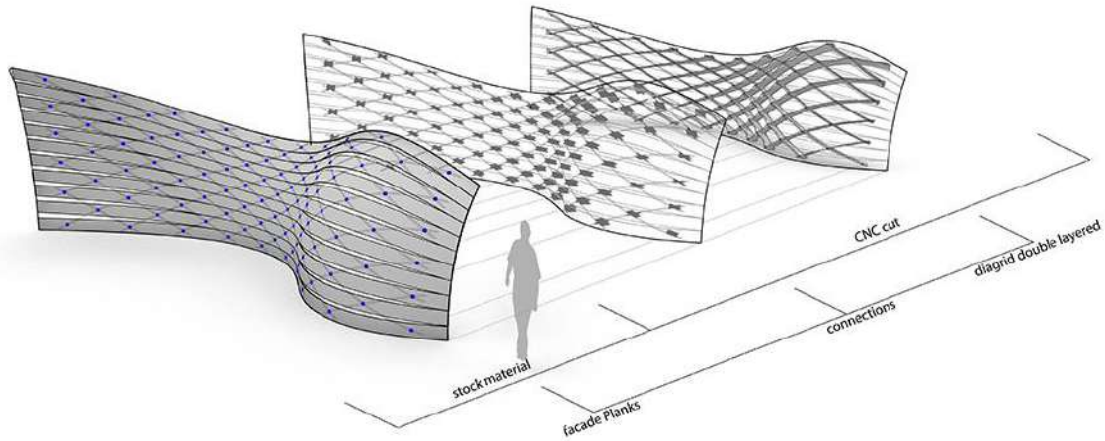


Imagen recuperada de http://icd.uni-stuttgart.de/?p=21333&fbclid=IwAR2sACe51KtEsFfmLcWpfxn-kKNvsLoixwThc_ovSq0GQAgfqDD5lb6bXO0 el 05 de noviembre de 2018.



Imagen recuperada de http://icd.uni-stuttgart.de/?p=21333&fbclid=IwAR2sACe51KtEsFfmLcWpfxn-kKNvsLoixwThc_ovSq0GQAgfqDD5lb6bXO0 el 05 de noviembre de 2018.

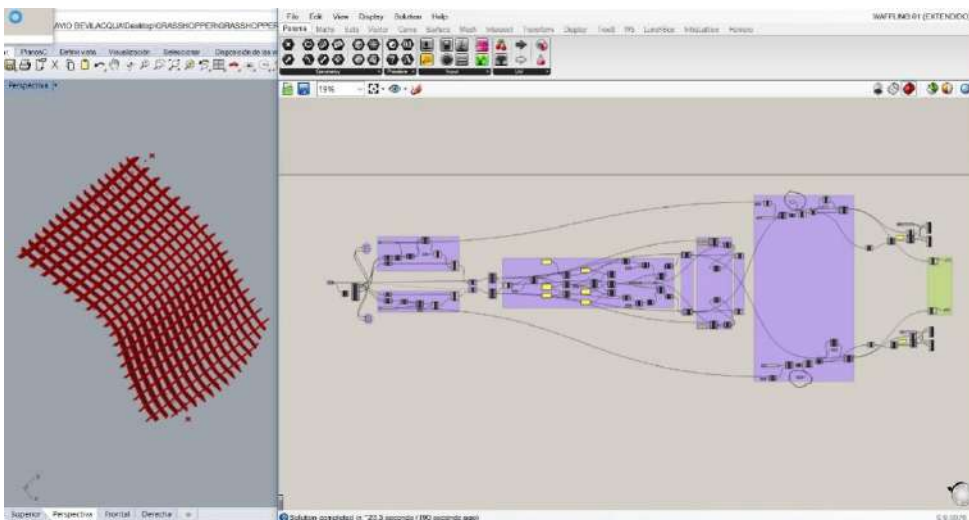
A lo largo del siglo XX, las máquinas utilizadas para prefabricar o personalizar, y para ensamblar piezas, se habían interpretado como herramientas radicalmente distintas de la mente que las ponía en movimiento. Los algoritmos parecen constituir, en contraste, un medio fluido que tiende a unir el cerebro

humano y sus extensiones mecánicas. Pero esta perspectiva puede ser engañosa en la medida en que la mejor manera de imaginar lo que hacen los robots no es necesariamente considerarlos como extensiones de la mente y el cuerpo humanos. Porque no reemplazan exactamente las manos y los brazos humanos; siguen principios propios, a menudo diferentes de las reglas que gobiernan los gestos humanos productivos; tal diferencia aumenta su potencial epistémico, como la teoría de la individuación de Simondon ilustra.

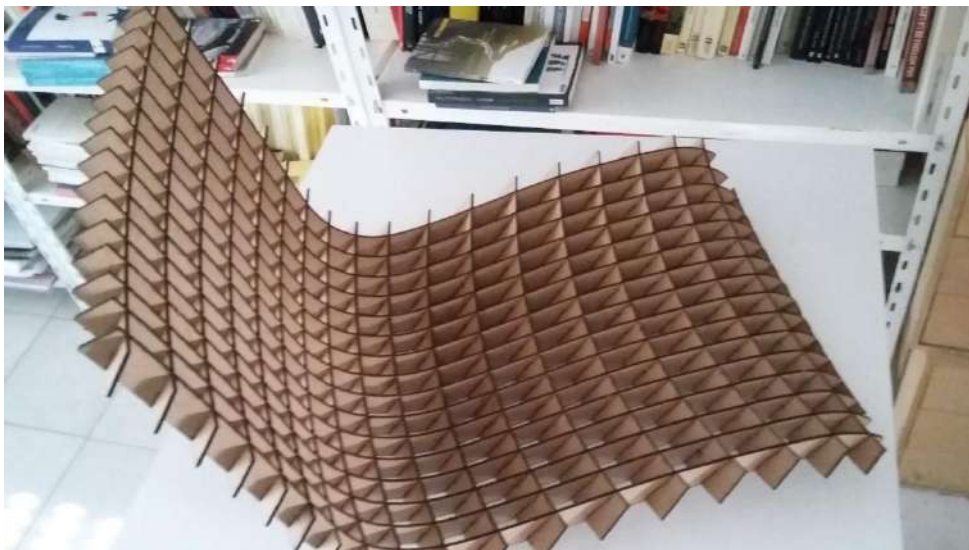
4.6.3. Caso de estudio: entre el condicionamiento y la emergencia de lo impredecible

Las matemáticas se utilizan para crear un intercambio entre el diseño esquemático y la producción. La transición implica la racionalización de formas complejas por las geometrías fundamentales, ya que el costo es siempre una limitación crucial.

El diseño de una forma de doble curvatura que respete condiciones ergonómicas y evite el desperdicio en la fabricación. Para esto se han incorporado algoritmos analíticos dentro del proceso de diseño. Esto permitió integrar rutinas de optimización ergonómica y de fabricación/construcción.



Producción propia.



Producción propia.

podieron experimentar en la realización de operaciones de diseño y fabricación digital, sin la utilización de proyecto, a partir de los fundamentos conceptuales y técnicos que sustentan el fresado robótico en madera.

Distintas secciones de madera contrachapada se fresaron y ensamblaron en el lugar para crear un prototipo arquitectónico único de escala uno a uno. Una vez ensambladas, estas formaron un sistema de construcción estable y doblemente curvado. El prototipo presenta distintas posibilidades de fabricación de madera que integran el diseño computacional, las características de los materiales y la fabricación digital en un paradigma de diseño directo a producción²⁷¹. Al tomar una superficie de diseño de doble curvatura como entrada, la herramienta genera una estructura edificable dentro de las restricciones de material y máquina. Una simulación del proceso de fresado robótico y la exportación de archivos de control de robot están completamente integradas en el proceso de diseño computacional. Esto permitió formar un bucle digital entre el diseño y la fabricación, lo que llevó no solo a la innovación en la construcción de madera, sino también a una reinterpretación de la arquitectura de la madera.

Dicho enfoque analítico de resolución de problemas se incorporó en el proceso de diseño, en lugar de ser un proceso de validación aplicado a un diseño terminado. En este diseño, un sistema de un solo material produce estructura y, al mismo tiempo, define la forma de la superficie de asiento. Los algoritmos se han desarrollado como un circuito de retroalimentación a medida que se desarrolla el diseño. La condición ergonómica hace que el presente algoritmo no pueda ser calificado como no-determinístico. En un sentido que hay ideas centrales y partiendo de ellas, la solución final puede ser concebida como emergencia, solución en cierto grado inesperada. Como los algoritmos no se basan en conjuntos predefinidos de formas geométricas sino en reglas simples, el resultado formal es inesperado.

Las técnicas de fabricación (corte láser y encastrado) definen el algoritmo visual generado en Grasshopper. La forma de la silla se generó íntegramente en el *canvas* de Grasshopper (no se parametrizó una forma o perfil generado en Rhinoceros). En función del diseño del algoritmo (con zonas de indeterminación dispuestas para que los datos aportados por el material devengan en información en el sistema), la operación de diseño se retroalimentó de los resultados que ella misma producía. Un algoritmo de anidamiento permitió que las costillas pudieran ser distribuidas sobre una superficie de MDF de 3mm de espesor, optimizando el uso de material y disminuyendo el número de cortes. Las costillas se marcaron y cortaron usando cortadora láser (por control numérico). No fue necesario disponer de documentación gráfica a manera de proyecto para realizar el presente trabajo.

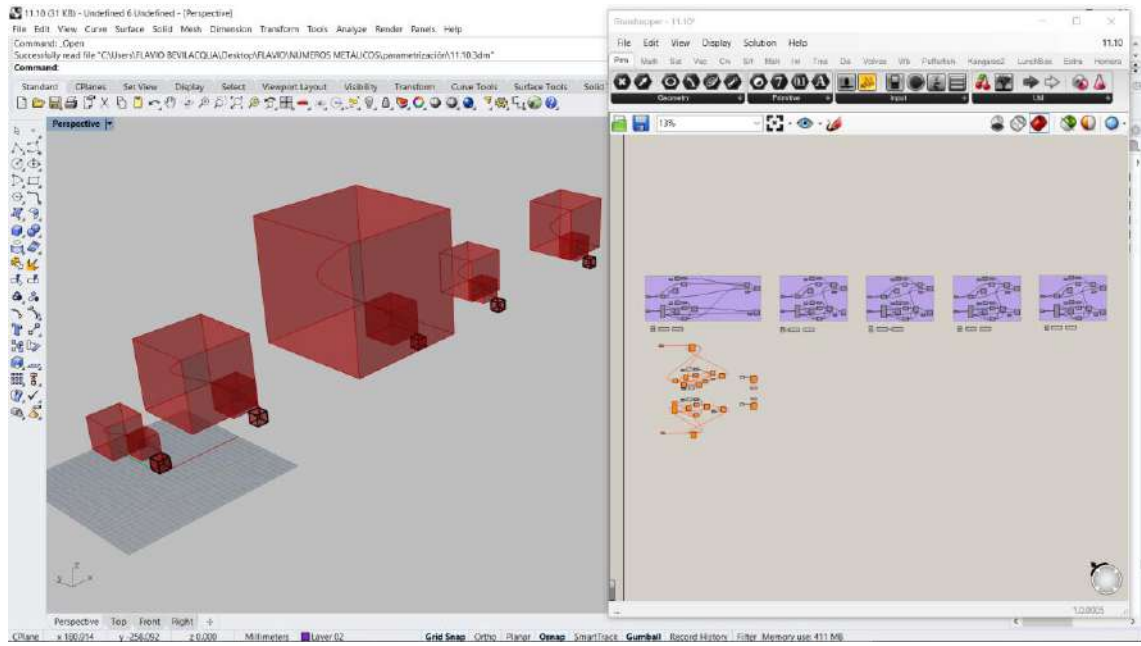
4.11. Caso de estudio: números metálicos y fabricación digital

Con el fin de descubrir e interpretar nuevas aplicaciones al diseño de las proporciones de la Familia de *Números Metálicos*²⁷² desarrollados por la Dra. Winitzky de Spinadel²⁷³, se diseñaron algoritmos con Grasshopper con el fin de visualizar relaciones entre espirales definidas por los números metálicos con aspectos antropométricos.

²⁷¹El impacto de los experimentos de diseño y fabricación digital puede extenderse más allá de los materiales mejorados y las técnicas innovadoras: influye en los fundamentos de la disciplina al redefinir de qué se trata el diseño.

²⁷²Son los únicos números irracionales cuadráticos positivos que generan una sucesión generalizada de Fibonacci (con propiedades aditivas) que simultáneamente es una progresión geométrica. Esta propiedad matemática de gozar tanto de propiedades aditivas como geométricas, confiere a la Familia de los Números Metálicos características interesantes para convertirse en base de diferentes sistemas de proporciones en Diseño” (Winitzky de Spinadel, 2017, recuperado de <https://verasmathematicworld.org/es/acerca/> el 11 de noviembre de 2018).

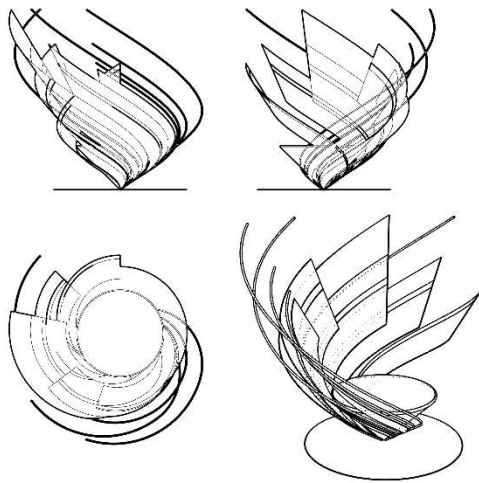
²⁷³Vera Martha Winitzky de Spinadel (1929-2017). Matemática argentina, profesora de Matemática en la Universidad de Buenos Aires; directora de investigaciones en el Centro de Matemática y Diseño (MAyDI); directora del Laboratorio de Matemática & Diseño, en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires; presidenta de la Asociación Internacional de Matemática & Diseño desde 1998 hasta su muerte. Fue líder en el campo de la Familia de Números Metálicos en el desarrollo de la proporción áurea clásica.



Producción propia.

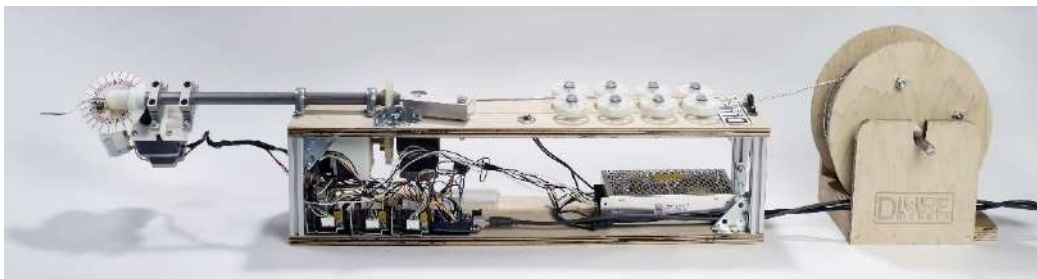


Producción propia.



Producción propia.

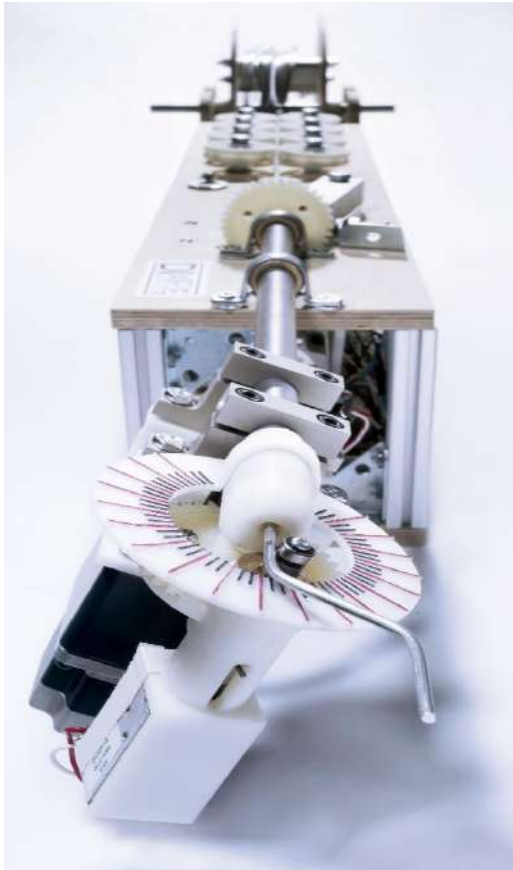
Los tubos curvados han sido diseñados mediante un algoritmo visual, generado en Grasshopper, con las definiciones de proporciones de los números metálicos, y susceptibles de ser curvados mediante máquinas CNC similares a las denominadas “*bending wires*”²⁷⁴. La capacidad de curvado de estas máquinas, relacionada con las ecuaciones matemáticas que definen las espirales de los números metálicos, y la escala



humana del asiento, han definido la forma del asiento.

Curvadora/dobladora de alambres. Imagen recuperada de <https://www.wired.com/2012/10/d-i-wire-bender/> el 13 de noviembre de 2018.

²⁷⁴<https://www.wired.com/2012/10/d-i-wire-bender>



Curvadora/dobladora de alambres. Imagen recuperada de <https://www.wired.com/2012/10/d-i-wire-bender/> el 13 de noviembre de 2018.

Este tipo de máquinas se caracterizan por su versatilidad: al igual que las computadoras (como señaláramos más arriba respecto de los Fab Lab) son susceptibles de ser adaptadas para que realicen una gran variedad de tareas porque son *genéricas*, es decir, justamente lo opuesto a una máquina concebida según los principios del taylorismo. Este trabajo es consecuencia de la curiosidad por explorar las capacidades de diseñar y fabricar con material, máquinas y softwares informados (respetando los debidos requerimientos ergonómicos). Esta aproximación al trabajo procede por comprender que la operación de diseño es informada directamente por el material y los principios constructivos²⁷⁵.

4.12. Conclusión. Consideraciones finales del presente capítulo

Incluso si la implementación de los procesos de diseño y fabricación digital están actualmente restringidos a casos muy específicos pero concretos (en comparación con la falta de relación entre software y materialización reconocible en los primeros días de utilización del CAD) lo que se percibe en un estado vago son los vínculos de estas tecnologías y proceder con la teoría. Para no quedar atrapado en las últimas tecnologías de diseño y fabricación digital se requiere una conciencia reflexiva que se cuestione sobre cómo definimos a la operación de diseño en el mundo actual si las dicotomías de código y material, diseñador y constructor, tipo y variación, autor y artefacto, humano y máquina, están perdiendo vigencia en lo que respecta a su capacidad de aplicabilidad a los casos concretos de diseño y fabricación digital. Para llevar a cabo una reflexión de este tipo es necesario que software, materiales y máquinas sean considerados no solo como medios de producción, sino también como un enfoque epistemológico²⁷⁶. Solo así es posible estimular

²⁷⁵La materialidad digital emergente se basaba en la asociación de nociones que solían ser antagónicas: lo físico y lo electrónico, lo sensorial y lo computacional, lo concreto y lo abstracto. El diseño y fabricación digital actual tiende a definir una línea más delgada entre los objetos y los procesos.

²⁷⁶Servirse del modelo físico como una herramienta de exploración crítica junto con el diseño computacional, mediante el cual se utiliza la tecnología robótica para su fabricación. Se pone el énfasis en los procesos de diseño, que integran la computación y la fabricación (robótica), en lugar de diseñar formas directamente. Se plantea una estrategia de diseño computacional específica y un proceso de fabricación cuya síntesis da como resultado diseños con tecnología digital pero tectónicamente informados.

la exploración, discusión, principios y posibles aplicaciones relevantes y rigurosas para el diseño y fabricación digital.

Las conclusiones del presente capítulo pueden ser organizadas en los siguientes puntos:

1) La relación de los diseñadores con la información es estructural, cultural y formal al mismo tiempo. Es estructural porque toda la operación de diseño y fabricación digital gira en torno a la información; es cultural porque la orientación (fundamentos teóricos) en este nuevo escenario es fundamental para no confundir estas tecnologías con simples herramientas más efectivas que otras existentes, y es formal porque estas maneras de proceder definen la forma de lo que está siendo diseñado y fabricado/construido.

2) La información, en los términos en que esta es definida por Simondon, es el material de diseño. El diseño y la fabricación digital tienden al desvanecimiento de los límites entre las instancias definidas en el modelo hilemórfico/intencionalista, percibido en la práctica como desvanecimiento o desaparición de la división entre el mundo físico y el mundo de la información.

3) El modelo 3D de lo que está siendo diseñado no es solo una construcción tridimensional que permite previsualizar desde infinitos puntos de vista el objeto diseñado. Antes bien, y en virtud de estar siendo generado mediante algoritmos, es un modelo en el sentido científico que se le otorga a este término (matamático, financiero, tecnológico-material, físico o relativo a la física mecánica). La información está relacionada con este modelo 3D, y una variación en alguno de los aspectos antes considerados (matemático, etc.) implica un cambio en los otros. En este contexto, el objeto percible en los monitores tiende a presentarse como agrupaciones de flujos de información (visibles en los algoritmos visuales generados por Grasshopper, por ejemplo, o Dynamo en Revit).

4) No se diseñan formas definidas, sino familias de posibles formas²⁷⁷, las cuales pueden variar en función de múltiples parámetros, sustituyendo así a la geometría euclidiana por familias topológicas. El diseño y el pensamiento de quien diseña se mueven por esta red de información (recordemos que la materia está informada), haciendo posibles procesos cíclicos de propuestas hipotéticas y de testeado de estas.

5) Emerge de estos procesos, para aquellos diseñadores que hemos sido formados en universidades durante la década del 90, una dimensión histórica ineludible: aspectos de la representación, como el modular y la llamada *cuadrícula cartesiana*, han sido las características más dominantes de la representación en diseño y de los primeros *softwares* para dibujo asistido por computadora (como el AutoCAD). Estos primeros *softwares* referían a la construcción espacial tridimensional desarrollada en la Escuela Politécnica de París, en 1799, por el matemático Gaspard Monge, quien elaboró una geometría descriptiva a partir de la geometría elemental geométrica. La invención de Monge permitió mapear geometrías complejas y sus relaciones en el espacio a través de proyecciones ortográficas en planos de referencia (sección, elevación y planta). Las técnicas de proyección tradicionales proporcionaron planos, secciones y elevaciones, mientras que los dibujos isométricos²⁷⁸ lograron una legibilidad directa tridimensional de las medidas apropiadas del objeto completo no distorsionadas. En la línea de la industrialización, se podrían lograr dibujos técnicos precisos e inequívocos. Pero los nuevos *softwares* permiten trabajar con procesos de *scripting* para diseñar algoritmos que se ajusten a los requerimientos de lo que está diseñándose, lo que da como resultado representaciones 3D que son matemática y formalmente coherentes.

A fines de la década de 1990, la computación en sí misma y las matemáticas del cálculo diferencial ganaron mayor relevancia para el diseño. Este desarrollo fue parcialmente provocado por una generación más joven de arquitectos que leían la interpretación de Leibniz de Deleuze, estableciendo una nueva lógica de la "integración de diferencias dentro de un sistema continuo pero heterogéneo" (Lynn, 1993, pág. 8). Fue en 1686 cuando Leibniz definió su idea de *diferenciación*, un método que podía calcular y así comprender los valores de los cambios de curvaturas. Además de sus aplicaciones prácticas iniciales en el diseño de barcos y puentes, el cálculo diferencial de Leibniz también tenía implicaciones filosóficas, ya que permitía la comprensión de la naturaleza como una *variación continua*,

²⁷⁷Una decisión es por definición intencional y, por lo tanto, humana. Los sistemas computacionales carecen de poderes causales que les darían intencionalidad, una condición necesaria para pensar. Paradójicamente, estos sistemas a veces presentan soluciones interesantes utilizando iteraciones aleatorias dispuestas en algoritmos, que se identifican mediante el uso de nombres como *genético*, *artificial* o *automático*, ninguno de los cuales es teóricamente exacto.

²⁷⁸La Bauhaus incorporó la axonometría y la isometría en el plan de estudios de diseño y arquitectura desde 1923. La técnica comenzó literalmente a incorporar la conceptualización del espacio y el diseño dentro del espacio, ya que la proyección isométrica permitió que el espacio fuera considerado como una habitación cúbica coordinada tridimensional en la que el diseño estaba inscrito a lo largo de sus puntos de coordenadas imaginarios y líneas. Las lámparas en la sala del director de Gropius ejemplifican esta actitud, ya que están suspendidas al principio en el sistema de coordenadas de la representación axiomática y luego dentro del espacio de la oficina.

como un *desarrollo continuo* de la forma. Ya no se pensaba en términos de entidades separadas, sino en términos de una diferenciación continua según las contingencias, un proceso que Deleuze denominó *plegamiento* (Deleuze, 2004). La forma diseñada con *software* basado en cálculo diferencial cambió "de rectilinealidad poligonal fragmentada a lineal-curva esplinal continua suave. Se presta mucha atención el cálculo diferencial de Leibniz y su capacidad para fusionar la jerarquía de partes y el todo para producir un todo profundamente modulado, así como una variación infinitesimal entre las partes.

Dice Deleuze: "Leibniz volvió la espalda al racionalismo cartesiano, a la noción de espacio efectivo y argumentó que en el laberinto de lo continuo el elemento más pequeño no es el punto sino "el pliegue" (2004, p. 8). En los estudios matemáticos de variación, la noción de *objeto* está cambiado. Este nuevo objeto para Deleuze ya no se ocupa del encuadre del espacio, sino de una modulación temporal que implica una variación continua de la materia. Cada diseño se caracteriza por similitudes continuas en lugar de por diferencias claramente definidas. No se trata de la "continuidad", ni se trata de "la repetición de elementos discretos para la producción en masa", sino que es más bien una personalización en masa realizada a partir de una constante referencia a lo circunstancial y contingente. El cálculo diferencial permitió una divergencia con respecto al *kit mecánico* de piezas para el diseño y la fabricación/construcción.

Entonces, no es solo "la curva" lo que caracteriza la forma computada, sino la curva parametrizada: el plegado y el desplazamiento de la curva bidimensional a través de una tercera dimensión. Ni siquiera la curva sola, sino también sus derivados y puntos de inflexión, el análisis mediante algoritmos, son lo que informa la creación de formas digitales en su nivel más profundo.

6) El uso de la computadora por parte de los diseñadores sigue dos tendencias: la primera de ellas puede ser caracterizada por el uso de la computadora como paquete avanzado de herramientas que permiten la producción de formas complejas y visualizaciones de gran calidad; mientras que la segunda de estas tendencias es aquella en la cual el diseñador trasciende el uso de la computadora como interfaz para involucrarse en la programación y el diseño de algoritmos, y en la fabricación/construcción. Los algoritmos se pueden utilizar para resolver, organizar o explorar problemas con una mayor complejidad visual u organizativa. Como se ha podido apreciar en los ejemplos, en su forma más simple, un algoritmo computacional usa métodos numéricos para resolver problemas. Los elementos lingüísticos básicos utilizados en los algoritmos son constantes, variables, procedimientos, clases y bibliotecas, y las operaciones básicas son aritméticas, lógicas, combinatorias, relacionales y clasificadoras dispuestas según reglas gramaticales y sintácticas específicas. Estos elementos y operaciones están diseñados para abordar la naturaleza numérica de las computadoras mientras que, al mismo tiempo, proporcionan los medios para componer patrones lógicos. Sin embargo, mientras que los números a menudo se consideran unidades cuantitativas discretas que se utilizan para medir, en términos computacionales se pueden construir números que puedan abordar un grado infinito de división, por lo que muestran una continuidad teórica. De manera similar, se pueden insertar variables o condiciones aleatorias en un algoritmo que aumenta aún más el grado de imprevisibilidad del resultado final. Es decir que los algoritmos trascienden la estructura de procesos deterministas desarrollados para explicar, razonar o predecir un problema, para convertirse en zonas de disputa en donde abordar las complejidades²⁷⁹ que superan la capacidad de un solo humano para explicar, razonar o predecir. Que la aleatoriedad sea problemática para los diseñadores es consecuencia de asumir ingenuamente que el diseño está asociado con el propósito, la intención o el objetivo. Por lo tanto, al diseño como valor se lo contrasta con la falta de propósito, con la aleatoriedad o la falta de complejidad (entendidas como desvalores).

La opinión intencionalista afirma que el diseño solo puede surgir de la mente de un diseñador sensible a los problemas. Lejos de estas suposiciones, la teoría de la individuación ha propuesto una manera alternativa de llegar a una definición de *diseño* en la que sigue siendo significativo hablar de *diseño* sin hablar siempre de un diseñador sensible. En lugar de suponer la presencia de una mente sensible, puede ser que ciertas fuerzas impersonales sean igualmente capaces de dar lugar a un fenómeno llamado *diseño*. Estas dos posiciones antitéticas presentan dos enfoques teóricos diferentes sobre el origen intelectual del diseño. La operación de diseño y fabricación digital así concebida, a la luz de la teoría de la individuación de Simondon, no solo implica reconocer que existen nuevos modos de producción; implica que el diseño se encuentra frente a un cambio epistemológico promovido por las tecnologías del diseño y la fabricación digital, y por los modos de conocimiento propios de la operación de diseño.

²⁷⁹Para una definición de *complejidad* ver Anexo I.

5. Conclusiones

La presente tesis doctoral es parte de un proceso personal amplio, motivado por la búsqueda de entender en qué consiste saber. Lo que el diseño y la fabricación digital muestran, entendidos a la luz de la teoría de la individuación de Simondon, es que hoy en día el saber no se construye sobre dicotomías nítidas, sino en un ejercicio en operaciones de procesos de cartografiado de la información²⁸⁰. Los datos de estas cartografías devienen en *Información* cuando las operaciones de puesta en forma, del diseño y la fabricación digital, se inician.

Hacia finales de los años 80 y principios de los 90 del pasado siglo, comenzó a utilizarse de manera masiva software y hardware para el diseño y, de manera incipiente, para la fabricación digital. Estos softwares y herramientas para la fabricación digital existían y era utilizados por los diseñadores aún sin disponer de una teoría que diera cuenta de la manera en que las operaciones de diseño y fabricación digital eran llevadas a cabo. Los primeros CAD y CAM eran un reemplazo de los instrumentos de dibujo y de construcción utilizados antes del advenimiento de las tecnologías digitales, y se inscribían dentro de una actividad de diseño que puede ser caracterizada (en términos albertianos) como proyectual.

Pero los softwares y hardwares actuales del diseño y la fabricación digital plantean un debate en torno a los límites de la disciplina, debido a que reemplazan un proceso secuencial por otro simultáneo: es una continuidad de la práctica de diseño-proyecto-fabricación/construcción, considerando estas instancias como una unidad y no como estadios independientes. Posibilita un desarrollo simultáneo entre la actividad de diseño y la fabricación/construcción, poniendo en tela de juicio la separación entre idea y materialización (y la distinción entre diseñador, ingeniero y artesano). Los materiales y las máquinas para corte o impresión 3D definen la forma del objeto que está siendo diseñado; el proceso no es unidireccional (de la forma a la materia) sino que hay retroalimentación desde uno hasta el otro extremo del sistema. El diseño y la fabricación digital, entonces, no constituyen una simple herramienta de trabajo para el diseñador, sino que reconfiguran esquemas de la operación de diseño en función del uso que de la *información* se hace. Y esto es posible estudiarlo a la luz de los conceptos ofrecidos por Simondon en la teoría de la individuación.

En virtud de estas nuevas tecnologías de operación, es posible coordinar un único tiempo de trabajo que aproxima ideación con construcción, cuestionando el paradigma proyectual derivado de las conceptualizaciones desarrolladas por Leon Battista Alberti. Los conceptos utilizados para teorizar sobre la operación proyectual desarrollada por Alberti, son inadecuados para dar cuenta de la operación de diseño y fabricación digital; de aquí la necesidad de referir a la teoría expuesta por Simondon dado que se trata de una actividad relacionada con la exploración de maneras de la individuación.

La vía hilemórfica, paradigma en el cual se sustentan las conceptualizaciones albertianas, no puede explicar la relación entre materia y forma. Los dos términos del esquema son claros, pero el planteo de su relación en el dinamismo de la operación no lo es. En la operación técnica de diseño, la dinámica de la operación no puede ser representada por el binomio forma/materia (mediante el modelo hilemórfico), porque para este modelo, tanto la forma como la materia son abstractas. A la luz del modelo hilemórfico, entonces, son consideradas *abstractas* las tecnologías con potencialidad para modelar o fabricar/construir cualquier objeto; los materiales son considerados con capacidad para recibir múltiples formas y la operación de diseño es considerada únicamente como sistema teleológicamente orientado al cumplimiento de fines. El problema del uso de este modelo en la operación de diseño, y específicamente en la de diseño y fabricación digital, es que oculta la propia mediación, ya que esta es activa, como activos son también los términos que la componen (*forma* y *materia*). “La cualidad de la materia —afirma Simondon— es fuente de forma, elemento de forma que la operación técnica hace cambiar de escala” (2008, p. 51). Es decir que la materia está *informada*, y la forma está en el material; a su vez, la relación entre ellas no sucede posteriormente a la definición de cada una de ellas (como forma y materia) sino que nace con ellas y opera individuación en relación con ellas, definiéndose mutuamente: “La operación técnica constituye dos semicadenas que, a partir de la materia bruta y la forma pura, se encaminan una hacia la otra y se reúnen” (Simondon, 2008, p. 53). Es decir que la operación de adquisición de forma no solo supone la existencia de forma y materia, sino que necesita de energía. La operación de diseño es lo que hace que un objeto sea diferente del resto; la operación técnica de diseño es la operación *allagmática* que nace de la relación entre energía potencial, materia y forma informadas. Lo que caracteriza a un objeto técnico, entonces, es su proceso de individuación (concretización) entendido como operación que hace existir al objeto técnico como solución de un problema (solución consistente en superar las incompatibilidades entre heterogeneidades puestas en relación en la operación).

²⁸⁰Ver Anexo II.

La diferencia esencial entre el sentido clásico del estudio de la individuación y el estudio que Simondon propone consiste en que²⁸¹

la individuación no será considerada únicamente en la perspectiva de la explicación del individuo individuado: será captada, o al menos se dirá que deberá ser captada, antes y durante la génesis del individuo separado; la individuación es un acontecimiento y una operación en el seno de una realidad más rica que el individuo que resulta de ella. (Simondon, 2015, p. 54).

La operación de individuación, así entendida, no conduce al aislamiento del individuo, sino que trata de relacionar un sistema y su medio; mientras que cuando la operación de diseño es planteada según la vía hilemórfica, existe una región indeterminada entre dos conceptos claros (*forma* y *materia*) que es explicada por el producto consecuente de haber actuado sobre ellos en función de alguna intención. Simondon no define a la relación del ser humano con el mundo como una simple adaptación del primero al segundo. Esta relación no es un proceso en el cual el ser humano persigue un fin único; sino que este proceso consiste en la sucesión de estructuraciones que resuelven de manera provisoria los problemas planteados por las incompatibilidades de las heterogeneidades puestas en relación.

Las máquinas abiertas, con un grado de indeterminación que le permitan recibir información del exterior, presentan un mayor nivel de tecnicidad. La tecnicidad, antes que referir a distintos aparatos, remite a prácticas en las que la invención desempeña un rol preponderante en relación con el mundo. Es gracias a este nivel de indeterminación (incompletud) que el ser humano puede informar a las máquinas y organizar sociedades de objetos técnicos y humanos; perpetúa la invención de estas. Las computadoras y las máquinas para fabricación digital no son puros autómatas. Se trata de seres técnicos que poseen vastísimas posibilidades de conmutación en sus procesadores que permiten codificar sus funcionamientos restringiendo márgenes de indeterminación en vistas al cumplimiento de algún fin. A través de ese margen de indeterminación, y no por los automatismos, las máquinas pueden ser agrupadas en conjuntos coherentes, e intercambiar información unas con otras por medio de un coordinador, que es el intérprete humano. Incluso cuando el intercambio de información es directo entre dos máquinas [...] el hombre interviene como ser que regula el margen de indeterminación a fin de que se adapte al mejor intercambio de información posible (Simondon, 208, p. 34). Es decir que no existe una clausura absoluta de la operación de concretización del objeto técnico; el diseño y fabricación digital no es un efecto, es una operación. Los *Fab Lab* los cuales se hizo aquí referencia, por ejemplo, no mantienen configuraciones estáticas y cerradas de relaciones entre máquinas, *software* y procesos, sino que se organizan en función de relaciones dinámicas y abiertas (con distintos grados de indeterminación) entre todas estas heterogeneidades puestas en relación.

Entonces, ¿cuál es el modelo teórico que permite explicar las razones por las cuales el proceso de puesta en forma del diseño y fabricación digital ha llegado a reconfigurar esquemas de la operación de diseño? Será aquel que conciba a la operación de diseño y fabricación no como edificio constituido, sino como un gradiente a partir de una zona a la cual se le presta especial atención y que deja hacia el exterior zonas cada vez más oscuras, a modo de un sistema polar. Deberá ser sensible a la resonancia interna (recursividad de la actividad sobre la actividad), modificando las nociones de causalidad y de individuo (sostenidas por el modelo albertiano, intencionalista hilemórfico). Y esto lo hará para poder reflexionar sobre la operación misma: este tipo de reflexión no es una actividad secundaria respecto de la operación de diseño y fabricación digital; antes bien, es inherente a la actividad de diseño que busca perfeccionarse por sí misma y que está definida por su misma sistemática interna: la teoría aquí se enlaza con los modos de producción en diseño (no se trata de una actividad contemplativa neutra).

El tratamiento excepcional que la reflexión realiza sobre su objeto es parte del devenir de este mismo objeto; la teoría expuesta por Simondon no es pasiva, dado que actúa en la definición de la operación de individuación de lo que está siendo diseñado.

Es necesario combinar los saberes propios de la filosofía, de la historia, de la tecnología, y de la teoría del diseño para llegar a comprender la empatía entre las tecnologías digitales y el diseño y la fabricación. La teoría expuesta por Simondon da cuenta de operaciones de individuación que nos sirven para teorizar sobre algoritmos, materiales, procesos de diseño cuya dinámica está marcada por su incompletud y que, aún deviniendo objetos específicos al serle asignado a cada parámetro un determinado valor, sus procesos de individuación continúan llevándose a cabo porque con ellos no sólo se individúa un ser en particular, sino que se crea un medio asociado.

Tenemos aquí, con la operación de individuación formulada por Simondon, una serie de conceptos articulados en una teoría que sirven para dar cuenta de la operación de diseño y

²⁸¹Esta concepción del ser, planteada por Simondon, y su dominio contrasta con aquella otra que se tiene de los objetos de diseño y sus proyectos: las definiciones que sobre el proyecto se han hecho están fundamentadas en el modelo hilemórfico/intencionalista en la constatación de que existen objetos construidos, y de que en el proyecto puede encontrarse el principio que dé cuenta de su existencia y de su particular configuración.

fabricación digital. La teoría de la individuación ha propuesto una manera alternativa de llegar a una definición de diseño en la que sigue siendo significativo hablar de *diseño* sin hablar siempre de un *diseñador sensible*. En lugar de suponer la presencia de una mente sensible, puede ser que ciertas fuerzas impersonales sean igualmente capaces de dar lugar a un fenómeno llamado *diseño*.

Lo que queda por explorar es el potencial del software y de la máquina para emanciparse a sí misma, al menos parcialmente, de las instrucciones del diseñador para aparecer como un otro significativo en la concepción del diseño.

7. Bibliografía

- Abrons, Ellie; Fure, Adam; Dubor, Alexandre; Diaz, Gabriel Bello; Camprodon, Guillem; Wolking, Andrew (2016) *Sense-It. Robotic Sensing and Materially-Directed Generative Fabrication*. Recuperado el 12 de abril de 2017 de <https://acadia-assets.s3.amazonaws.com/paper/file/3VVEG2/50-27-01-SENSE-IT.pdf>
- Agamben, Giorgio (2004) *Estado de excepción*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo.
- Agamben, Giorgio (2014a) *¿Qué es un dispositivo?* Buenos Aires: Adriana Hidalgo.
- Agamben, Giorgio (2017c) *¿Qué es la filosofía?* Buenos Aires: Adriana Hidalgo.
- Aicher, Otl (2001) *Analógico y digital*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Aliata, Fernando (2013) *Estrategias proyectuales. Los géneros del proyecto moderno*. Buenos Aires: Diseño.
- Alexander, Christopher (1971) *La estructura del medio ambiente*. Barcelona: Tusquets.
- Anderson, Chris (2013) *Makers. La nueva revolución industrial*. Barcelona: Urano.
- Anderson, Philip (1999) *Organization Science*, Vol. 10, N.o 3, Special Issue: *Application of Complexity Theory to Organization Science* (May - Jun., 1999), pp. 216-232. Recuperado el día 24 de septiembre de 2017, de <http://www.jstor.org/stable/2640328>
- Aracil, Javier; Gordillo, Francisco (1997) *Dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Argyris, Chris (1993) *Knowledge for Action: A Guide to Overcoming Barriers to Organizational Change*. San Francisco: Jossey Bass Publishers.
- Archer, Bruce (1965) *Systematic methods for designers*. Londres: Council of Industrial Design
- Atamer, Esra, (s.f.) *Parrhesia Journal of Philosophy*, Recuperado el 2 de julio de 2015, de http://parrhesiajournal.org/parrhesia12/parrhesia12_atamer.pdf
- Badiou, Alain (2006) *Panorama de la filosofía francesa contemporánea*. Recuperado el 26 de agosto de 2014, de <http://revistadefilosofia.com/FilosofiaFrancesacontemporanea.pdf>
- Badiou, Alain (2010) *Filosofía del presente*. Buenos Aires: Capital Intelectual.
- Banathy, Bela (1995) *Designing social systems in a changing world*. New York: Springer.
- Bardin, Andrea (2015) *Epistemology and political philosophy in Gilbert Simondon. Individuation, technics and social systems*. London: Springer.
- Barnes, Jonathan (1992) *Los presocráticos*. Madrid: Cátedra.
- Baudrillard, Jean (2000) *El intercambio imposible*. Madrid: Cátedra.
- Baudrillard, Jean (2010) *El sistema de los objetos*. México: Siglo XXI.
- Belting, Hans (2007) *Antropología de la imagen*. Buenos Aires: Katz.
- Bergson, Henri (2004) *Duración y simultaneidad. A propósito de la teoría de Einstein*. Buenos Aires: Del Signo.
- Bergson, Henri (2007) *La evolución creadora*. Buenos Aires: Cactus.
- Bergson, Henri (2010) *Materia y memoria. Ensayo sobre la relación del cuerpo con el espíritu*. Buenos Aires: Cactus.
- Bergson, Henri (2012) *La energía espiritual*. Buenos Aires: Cactus.
- Bergson, Henri (2013) *El pensamiento y lo moviente*. Buenos Aires: Cactus.
- Berman, Marshall (1989) *Todo lo sólido se desvanece en el aire. La experiencia de la Modernidad*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Bertalanffy von, Ludwig (2012) *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bertrand, Gille (1999) *Introducción a la historia de las técnicas*. Barcelona: Crítica.
- Berti, Agustín (2010) *Agrippa: el soporte y la representación de la memoria*. Recuperado el 23 de julio de 2017, de <https://www.aacademica.org/agustin.beriti/60>
- Berti, Agustín (2014). *Étnica y Técnica*. Revista Nombres (Córdoba), 253-269. Recuperado el día 24 de octubre de 2017, de <https://www.aacademica.org/agustin.beriti/7.pdf>
- Blanco, Javier; Parente, Diego; Rodríguez, Pablo; Vaccari, Andrés (2015) *Amar a las máquinas. Cultura y técnica en Gilbert Simondon*. Buenos Aires: Prometeo.
- Blanco, Ricardo (2013) *La silla. Ese objeto de diseño*. Buenos Aires: Diseño.
- Bonsiepe, Gui (1999) *Del objeto a la interface*. Buenos Aires: Infinito.

- Bontems, Vincent (2009) *Gilbert Simondon's genetic "mecnology" and the understanding of laws of technical evolution*. Amsterdam: Techne.
- Bourriaud, Nicolas (2009) *Radicante*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo.
- Bourriaud, Nicolas (2015) *La exforma*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo.
- Bunz, Mercedes (2017) *La revolución silenciosa. Cómo los algoritmos transforman el conocimiento, el trabajo, la opinión pública y la política sin hacer mucho ruido*. Buenos Aires: Cruce.
- Butler, Samuel (2015) *Vida y hábito. La evolución más acá de la frontera entre lo natural y lo humano*. Buenos Aires: Cactus.
- Branzi, Andrea (1999) *Introducción al design italiano. Una modernità incompleta*. Milano: Baldini & Castoldi.
- Brauer, Daniel (Comp.) (2009) *La historia de la teoría. Una guía de campo por el pensamiento filosófico acerca del sentido de la historia y del conocimiento del pasado. Volumen 1*. Buenos Aires: Prometeo.
- Brauer, Daniel (Comp.) (2009) *La historia de la teoría. Una guía de campo por el pensamiento filosófico acerca del sentido de la historia y del conocimiento del pasado. Volumen 2*. Buenos Aires: Prometeo.
- Breyer, Gastón (2005) *La escena presente. Teoría y metodología del diseño escenográfico*. Buenos Aires: Infinito
- Breyer, Gastón, (2007) *Heurística del diseño*. Buenos Aires: Ediciones FADU; Nobuko.
- Broadbent, Geoffrey; Ward, Anthony (1969) *Design methods in architecture*. Londres: Lund Humphries.
- Brockman, John (2000) *La tercera cultura más allá de la revolución científica*. Barcelona: Tusquets.
- Broncano, Fernando (2007) *Diseños técnicos y capacidades prácticas. Una perspectiva modal en filosofía de la Tecnología*. Eidos: Revista de Filosofía de la Universidad del Norte. Recuperado el 28 de mayo de 2018, de <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85400605>> ISSN 1692-8857
- Bürdeck, Bernhard (2005) *Design: History, Theory and Practice of Product Design*. London: Birkhäuser
- Cacciari, Massimo; Doná, Massimo (2008) *Arte, tragedia, técnica*. Buenos Aires: Prometeo.
- Cache, Bernard (2011) *Projectiles*. Londres: Architectural Association.
- Canguilhem, Georges (2009) *Estudios de historia y de filosofía de las ciencias*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Canguilhem, Georges (2011) *Lo normal y lo patológico*. México: Siglo XXI.
- Camacho Cardona, Mario (2002) *Hacia una teoría del espacio*. Puebla: Universidad Autónoma de Puebla.
- Canguilhem, Georges (1992 [1952]) *Machine and Organism*. Recuperado el 10 de enero 2014 de: http://monoskop.org/images/7/7d/Canguilhem_Georges_1952_1992_Machine_and_Organism.pdf
- Canguilhem, Georges (2008) *Knowledge of Life*. New York: Fordham UP.
- Cantwell Smith, Brian (1998) *On the Origin of Objects*. Cambridge: The MIT Press.
- Carpo, Mario (2011) *The alphabet and the algorithm*. Cambridge: The MIT Press
- Carpo, Mario (2017) *The second digital turn. Design beyond intelligence*. Cambridge: The MIT Press.
- Ciapuscio, Héctor (1994) *El fuego de Prometeo. Tecnología y sociedad*. Buenos Aires: Eudeba.
- Ciapuscio, Héctor (2006) *Dédalo, tecnología y ética*. Buenos Aires: Eudeba.
- Capusz Rizo, Salvador (1999) *Introducción al proyecto de producción. Ingeniería concurrente para el diseño de producto*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia
- Carpo, Mario (Comp.) (2012) *The Digital Turn in Architecture 1992-2010*. AD Reader.
- Cervera, Eduardo (1996) *Dibujo y representación arquitectónica*. Buenos Aires: Editorial Universidad de Belgrano.
- Chiarella, Mauro; Martini, Sebastián; Giraldo, Sebastián; Gángora, Nicolás; Picco, Camila (noviembre, 2016) *Cultura Maker. Dispositivos, prótesis robóticas y programación visual en arquitectura y diseño para eficiencia energética*. En SIGraDi 2016, XX Congreso de la Sociedad Ibero-Americana de Gráfica Digital. Buenos Aires.

- Combes, Muriel (1994) *Gilbert Simondon and the Philosophy of the Transindividual*. Cambridge: The MIT Press.
- Copleston, Frederick (2011) *Historia de la filosofía*. Barcelona: Ariel.
- Coriat, Benjamin (2011) *El taller y el cronómetro*. México: SXXI
- Corona Martínez, Alfonso (1969) *Notas sobre el problema de la expresión en arquitectura*. Buenos Aires: Eudeba.
- Corona Martínez, Alfonso (1976) *La influencia de los medios analógicos en arquitectura*. Buenos Aires: Mac Gaul.
- Corona Martínez, Alfonso (1998) *Ensayo sobre el proyecto*. Buenos Aires: Kliczkowski.
- Cross, Nigel (2001) *Can a machine design?* Design Issues, Vol. 17, No. 4 (Autumn, 2001), pp. 44-50. Recuperado el 24 de febrero 2018, de <http://www.jstor.org/stable/1511919>
- Corsi, Juan Carlos; Espósito, Elena; Baraldi, Claudio (1996) *Glosario sobre la teoría social de Niklas Luhmann*. México: Universidad Iberoamericana
- Costa, Joan (1998) *La esquemática*. Barcelona: Paidós.
- Cross, Nigel (2005) *Métodos de diseño. Estrategias para el diseño de productos*. México D.F.: Limusa.
- Daas, Mahesh; Wit, John Andrew (2018) *Even when they do nothing, robots are evocative*. Novato: Applied Research and Design Publishing
- Danto, Arthur (1976) *Qué es la filosofía*. Madrid: Alianza.
- Davis, Daniel (2013) *A history of parametric*. <http://www.danieldavis.com/a-history-of-parametric/> Recuperado el día 22 de enero de 2017.
[http://www.business.illinois.edu/josephm/BA504_Fall_2008/Uploaded in Nov 2007/Romme \(2003\).pdf](http://www.business.illinois.edu/josephm/BA504_Fall_2008/Uploaded_in_Nov_2007/Romme_(2003).pdf) Recuperado el día 27 de septiembre de 2017.
- De Boever, Arne; Murray, Alex; Roffe, Jon; Woodeard, Ashley (comps.) (2012) *Gilbert Simondon. Being and technology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- De Fusco, Renato (1997) *Storia del design*. Bari: Laterza.
- De Gregori, Thomas (1988) *Teoría de la tecnología. Continuidad y cambio en el desarrollo de la humanidad*. Buenos Aires: Fraterna
- De Landa, Manuel (2001) *Filosofías del diseño: el caso de los programas de modelado*. Barcelona: Actar
- Deleuze, Gilles (1986) *Nietzsche y la filosofía*. Barcelona: Anagrama.
- (1989) *El pliegue*. Barcelona: Paidós.
- Deleuze, Gilles (2009a) *Cine I. Bergson y las imágenes*. Buenos Aires: Cactus.
- Deleuze, Gilles (2009b) *Diferencia y repetición*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Deleuze, Gilles (2010) *Lógica del sentido*. Buenos Aires: Paidós.
- Deleuze, Gilles (2012) *Pintura. El concepto de diagrama*. Buenos Aires: Cactus.
- Deleuze, Gilles; Guattari, Félix (2010) *Mil mesetas*. Madrid: Pre-Textos.
- Derrida, Jacques (2000) *Introducción a "El origen de la geometría" de Husserl*. Buenos Aires: Manantial.
- De Souza Chauí, Marilena (1999) *Merleau-Ponty. La experiencia del pensamiento*. Buenos Aires: Colihue.
- Díaz, Esther (Editora) (2000) *La posciencia. El conocimiento científico en las postrimerías de la Modernidad*. Buenos Aires: Biblos.
- Dunn, Nick (2012) *Proyecto y construcción digital en arquitectura*. Barcelona: Blume.
- Eiff, Leonardo Daniel (2014) *Merleau-Ponty, filósofo de lo político*. Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Eisenman, Peter (2011) *Diez edificios canónicos. 1950-2000*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ellul, Jacques (1962) *The technological order*. Technology and Culture, Vol. 3, N.o 4, Proceedings of the Encyclopaedia Britannica. Recuperado el 20 de octubre de 2017, de <https://sci-hub.io/http://www.jstor.org/stable/3100993>. Conference on the Technological Order (Otoño, 1962), pp. 394-421.
- Ellul, Jacques (1977) *La Systéme technicien*. París: Le Cherche Midi.
- ——— (1980) *The technological system*. New York: The Continuum Publishing Corporation.
- Epstein, Jean (2015) *La inteligencia de una máquina. Una filosofía del cine*. Buenos Aires: Cactus.

- Escudero, Jesús Adrián (2009) *El lenguaje de Heidegger. Diccionario filosófico 1912-1929*. Barcelona: Herder.
- Espósito, Roberto (2016) *Las personas y las cosas*. Buenos Aires: Katz. EDEDEBA.
- Esquirol, Josep María (2011) *Los filósofos contemporáneos y la técnica*. Barcelona: Gedisa.
- EVOLO 06: *Digital and parametric architecture* (2014)
- Farrington, Benjamin (1947) *Head and hand in ancient Greece*. Londres: C. A. Watts & Co. Limited.
- Feduchi, Luis (2001) *Historia del mueble*. Barcelona: Blume.
- Fernández, Roberto (2004) *Lógicas sobre el proyecto*. Buenos Aires: Librería Concentra.
- Fernández, Roberto (2011) *Mundo diseñado. Para una teoría crítica del proyecto total*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.
- Fernández, Roberto (2015) *Descripción lógica del proyecto*. Buenos Aires: Nobuko.
- Ferrater Mora, José (1999) *Diccionario de filosofía*. Madrid: Ariel.
- Fiasse Gaëlle (Comp.) (2009) *Paul Ricoeur. Del hombre falible al hombre capaz*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Flood, Robert Louis (1990) *Liberating system theory: toward critical systems thinking*. En *Human Relations*, Volume 43, number 1, 1990, pp. 49-75.
- Floridi, Luciano (2009) *Against Digital Ontology*. Recuperado el 29 de marzo de 2018, de: https://www.researchgate.net/publication/36445137_Against_Digital_Ontology
- Flusser, Vilém (2014) *Para una filosofía de la fotografía*. Buenos Aires: La Marca Editora.
- Flusser, Vilém (2015) *El universo de las imágenes técnicas. Elogio de la superficialidad*. Buenos Aires: Caja Negra Editora.
- Fraenza, Fernando; Perié, Alejandra (2015) *El diseño. Del sentido a la acción*. Córdoba: Brujas.
- Fredkin, Edward (2003) "An introduction to the digital Philosophy". Recuperado el 29 de enero de 2018 de: <http://52.7.130.124/wp-content/uploads/2015/07/intro-to-DP.pdf>
- French, Michel Joseph (2010) *Conceptual design for engineers*. Londres: Springer.
- García, Rolando (2000) *El conocimiento en construcción. De la formulación de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos*. México: Gedisa.
- García, Rolando (2013) *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- Gardner, Howard (2012) *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Gavarini, Andrea (2015) *El pensamiento sobre la técnica de Gilbert Simondon*. Recuperado el 20 de julio de 2017, de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/pensamiento-tecnica-gilbert-simondon.pdf>
- Gershenfeld, Neil (2005) *FAB. The coming revolution on your desktop - From personal computers to personal fabrication*. New York: Basic Books.
- Gille, Bertrand (1999) *Introducción a la historia de las técnicas*. Barcelona: Crítica/Marcombo.
- Giuliano, Héctor Gustavo (2013) *La teoría crítica de la tecnología: una aproximación desde la ingeniería*. Recuperado el 20 de julio de 2017, de <http://www.redalyc.org/html/924/92429917004/>
- Goertzel, Ben (2007) *From complexity to creativity: explorations in evolutionary, autopoietic, and cognitive dynamics*. New York: Plenum Press.
- Gómez González, Sergio; Torner Ribé, Jordi (2016) *Grasshopper para Rhinoceros e impresión 3D*. Barcelona: Marcombo.
- González, Horacio; Vermeren, Patrice, et. al. (2006) *¿Inactualidad del bergsonismo?* Buenos Aires: Colihue
- González, Wenceslao (Editor) (2003) *Racionalidad, historicidad y predicción en Herbert A. Simon*. La Coruña: Netbiblo.
- González, Wenceslao (2007) *Las ciencias del diseño*. La Coruña: Netbiblo.
- Guerri, Claudio (2012) *Lenguaje gráfico TDE. Más allá de la perspectiva*. Buenos Aires: Eudeba.

- Guerri, Claudio (2013) *Nonágomo semiótico. Un modelo operativo para la investigación cualitativa*. Buenos Aires: Eudeba.
- Guerrero, Luis Juan (1956a) *Revelación y acogimiento de la obra de arte. Estética de las manifestaciones artísticas*. Buenos Aires: Losada
- Guerrero, Luis Juan (1956b) *Revelación y acogimiento de la obra de arte. Estética de las potencias artísticas*. Buenos Aires: Losada.
- Guerrero, Luis Juan (1956c) *Revelación y acogimiento de la obra de arte. Estética de las tareas artísticas*. Buenos Aires: Losada.
- Guerrero, Luis Juan (1965) *Qué es la belleza*. Buenos Aires: Columbia.
- Guibourg, Ricardo (2004) *La construcción del pensamiento. Decisiones metodológicas*. Buenos Aires: Colihue.
- Guinzburg, Carlo (2013) *Mitos, emblemas e indicios. Morfología e historia*. Buenos Aires: Prometeo.
- Guibourg, Ricardo (2014) *El hilo y las huellas. Lo verdadero, lo falso, lo ficticio*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Hamalainen, Markko; Jesse, Karjalainen (2017) Social manufacturing: When the maker movement meets interfirm production network. En *Business Horizons*, Volume 60, Issue 6, November–December 2017, pp. 807-817. Recuperado el 02 de marzo de 2018 de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681317301040?via%3Dihub>
- Harman, Graham (2015) *Hacia el realismo especulativo. Ensayos y conferencias*. Buenos Aires: Caja Negra Editora.
- Hayles, Katherine (1999) *How we became posthuman*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Hearn, Fil (2006) *Ideas que han configurado edificios*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Heidegger, Martin (1960) Serenidad. *Eco Revista de la Cultura de Occidente*, Tomo I/4, agosto de 1960. Bogotá: Buchholz.
- Heidegger, Martin (1977) *Filosofía, ciencia y técnica*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Heidegger, Martin (1996) *Introducción a la filosofía*. Madrid: Cátedra.
- Heidegger, Martin (1997) *La pregunta por la técnica*. Madrid: Editorial Nacional.
- Heidegger, Martin (2013) *Identidad y diferencia*. Barcelona: Anthropos.
- Height, Christopher (2007) *Architectural principles in the age of cybernetics*. Londres: Routledge
- Heredia, Juan Manuel (2012) *Los conceptos de afectividad y emoción en la teoría de Gilbert Simondon*. Recuperado el 3 de agosto de 2017, de <http://www.redalyc.org/html/3212/321227327003/>
- Heredia, Juan Manuel ((2016) *La invención de la individuación a la luz de una problemática histórico-epistemológica*. Recuperado el 27 de julio de 2017, de <http://170.210.83.53/htdoc/revele/index.php/filosofia/article/view/975/1387>
- Hernandis Ortuño, Bernabé; Iribaren Navarro, Emilio (2000) *Diseño de nuevos productos. Una perspectiva sistémica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Hilgers, Dennis; Müller-Seitz, Gordon; Piller, Frank (2010) *Benkler revisited – Venturing beyond the open source of software arena-* Recuperado el día 1 de octubre de 2017, de <https://pdfs.semanticscholar.org/b262/51a1b7c5436b3a6d14ef4f53ad3b5e2fb113.pdf>
- Holland, John (1995) *Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analisis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. Cambridge: MIT Press.
- Hui, Yuk (2016) *On the existence of digital objects*. Minnesota: University of Minnesota Press.
- Husserl, Edmund (2008) *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*. Buenos Aires: Prometeo.
- Ihde, Don (2004) *Los cuerpos en la tecnología. Nuevas tecnologías: nuevas ideas acerca de nuestro cuerpo*. Barcelona: UOC.
- Iváñez Gimeno, José María (2000) *La gestión del diseño en la empresa*. Barcelona: Mc Graw Hill.
- Jaeger, Werner Wilhelm (2004) *Paideia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Jay, Martin (2003) *Campos de fuerza*. Buenos Aires: Paidós.

- Joas, Hans; Knöbl, Wolfgang (2016) *Teoría social. Veinte lecciones introductorias*. Barcelona: Akal.
- Jones, Christopher John; Broadbent, Geoffrey; Bonta, Juan Pablo (1969) *El simposio de Portsmouth. Problemas de metodología del diseño arquitectónico*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Jones, Christopher John (1978) *Métodos de diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Juez, Martín Fernando (2008) *Contribuciones para una antropología del diseño*. Barcelona: Gedisa.
- Jullier, Laurent (2004) *La imagen digital. De la tecnología a la estética*. Buenos Aires: La Marca.
- Kallinkos, Jannis; Aaltonen, Aleks; Marton, Attila (2010) *A theory of digital objects*. Recuperado el día 7 de octubre de 2017, de: <http://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/3033/2564>
- Knorr-Cetina, Karin (2005) *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Koolhaas, Rem (2015) *Acerca de la ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Kottas, Dimitris (2013) *Arquitectura digital. Nuevas aplicaciones*. Barcelona: Links.
- Kottas, Dimitris (2013) *Arquitectura digital. Escenarios futuros*. Barcelona: Links.
- Krufft, Hanno-Walter (1990) *Historia de la teoría de la arquitectura*. Barcelona: Alianza Forma.
- Lafitte, Jacques (1972) *Réflexions sur la science des machines*. París: Vrin.
- Lapoujade, David (2018) *Las existencias menores*. Buenos Aires: Cactus.
- Laspra, Belén; Muñoz, Emilio (Comps.) (2014) *Culturas científicas innovadoras. Progreso social*. Buenos Aires: Eudeba.
- Latour, Bruno (2001) *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona: Gedisa.
- Latour, Bruno (2007) *Nunca fuimos modernos. Ensayo de antropología simétrica*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Latour, Bruno (2008) *Reensamblar lo social*. Buenos Aires: Manantial.
- Latour, Bruno (2012) *Cogitamus. Seis cartas sobre las humanidades científicas*. Buenos Aires: Paidós.
- Lawler, Diego (2006) *La estructura de la acción técnica y la gramática de su composición*. Recuperado el 7 de febrero de 2018, de <http://www.scielo.br/pdf/ss/v4n3/a03v4n3.pdf>
- Lawler, Diego (2008) *Una incursión ontológica al mundo de los productos de la acción técnica*. Recuperado el 23 de julio de 2017, de <https://search.proquest.com/openview/db075f635a7e604fdf396becbd489e59/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032090>
- Lawler, Diego; Vaccari, Andrés; Blanco, Javier (Comps.) (2017) *La técnica en cuestión*. Buenos Aires: Teseo.
- Leatherbarrow, David; Mostafavi, Mohsen (2002) *La superficie de la arquitectura*. Madrid: Akal.
- Lemonnier, Pierre (1989) *Towards an anthropology of technology*. Michigan: University of Michigan Museum
- Leroi-Gourhan, André (1988) *El hombre y la materia*. Madrid: Taurus.
- Lévy, Pierre (2000) *Las tecnologías de la inteligencia*. Buenos Aires: EDICIAL.
- Lévy, Pierre (2007) *Cibercultura. La cultura de la sociedad digital*. Barcelona: Anthropos
- Lewis, Kellogg David (1991) *Part of classes*. Cambridge: Wiley-Blackwell.
- Llopis Goig, Ramón (2008). *La tercera cultura de Brockman*. Revista A distancia. Vol. 23, n.o 1. Recuperado el día 19 de octubre de https://www.researchgate.net/profile/Ramon_Llopis_Goig/publication/43602223_La_tercera_cultura_de_Brockman/links/5444ee9a0cf2a76a3ccdc3db/La-tercera-cultura-de-Brockman.pdf
- López Hanna, Sonia (2011) *De los inconvenientes de la separación entre lo humano y lo no humano para comprender el ser artificial*. Recuperado el 23 de julio de 2017, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132011000300014
- Ludwig, Pascal; Pradeu, Thomas (2014) *El individuo. Perspectivas contemporáneas*. Buenos Aires: Nueva Visión.

- Luhmann, Niklas (1983) *Fin y racionalidad en los sistemas*. Madrid: Editora Nacional.
- Luhmann, Niklas (1998) *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*. Madrid: Anthropos.
- Luhmann, Niklas (2016) *Distinciones directrices*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Lyotard, Jean-Francois (1998) *Lo inhumano*. Buenos Aires: Manantial.
- Maffesoli, Michel (2009) *El reencantamiento del mundo. Una ética para nuestro tiempo*. Buenos Aires: Dedalus Editores.
- Maldonado, Tomás (1987) *Il futuro della modernità*. Milano: Feltrinelli.
- Maldonado, Tomás (1992) *Disegno industriale: un riesame*. Milano: Feltrinelli.
- Maldonado, Tomás (1999) *Lo real y lo virtual*. Barcelona: Gedisa.
- Maldonado, Tomás (2002) *Técnica y cultura*. Buenos Aires: Infinito.
- Manichinelli, Massimo; Bosqué, Camille; Troxler, Peter; Raspanti, Cecilia; Schaub, Alex; Neves, Eloisa (2017) *Fab Lab. Revolution field manual*. Salenstein: Niggli
- Mandelbrot, Benoit (1977) *The fractal geometry of nature*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Marcuse, Herbert (1968) *El hombre unidimensional*. México: Joaquín Mortiz.
- Margolin, Victor (2009) *La educación doctoral en diseño: Problemas y posibilidades*. Recuperado el día 24 de abril de 2018, de <http://www.raco.cat/index.php/Temes/article/viewFile/164627/216602>
- Maturana, Humberto; Varela, Francisco (2004) *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*. Buenos Aires: Lumen.
- Maunoury, Jean-Louis (1968) *La genèse des innovations. La création technique dans l'activité de la firma*. París: Press Universitaires de France.
- Meillassoux, Quentin (2015) *Después de la finitud. Ensayo sobre la contingencia*. Buenos Aires: Caja Negra Editora.
- Mengue, Philippe (2008) *Deleuze o el sistema de lo múltiple*. Buenos Aires: Las Cuarenta.
- Míguez, Álvaro Javier (2011) *Fundamentos del diseño industrial*. Buenos Aires: Eudeba.
- Mc Carter; Robert; Pallasmaa, Juhani (2012) *Understanding Architecture*. China: Phaidon.
- McLuhan, Marshall (1974) *La galaxia Gutenberg*. Buenos Aires: Aguilar.
- Mitcham, Carl (1989) *Qué es la filosofía de la tecnología*. Barcelona: Anthropos.
- Mondolfo, Rodolfo (1960) *En los orígenes de la filosofía de la cultura*. Buenos Aires: Hachette.
- Montaner, Josep María (2002) *La modernidad superada*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Montaner, Josep María (2009a) *Sistemas arquitectónicos contemporáneos*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Montaner, Josep María (2009b) *Después del Movimiento Moderno. Arquitectura de la segunda mitad del siglo XX*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Montaner, Josep María (2013) *Arquitectura y crítica*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Montoya Santamaría, Jorge William (2006) *La individuación y la técnica en la obra de Simondon*. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Morales, José Ricardo (1999) *Arquitectónica. Sobre la idea y el sentido de la arquitectura*. Barcelona: Biblioteca Nueva.
- Morgan, Robert (2003) *Del arte a la idea*. Madrid: Akal.
- Morin, Edgar (2003) *Educación en la era planetaria*. Barcelona: Gedisa.
- Morin, Edgar (2008) *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Morin, Edgar (2009) *Para una política de la civilización*. Madrid: Paidós.
- Mounin, Georges (1972) *Introducción a la semiología*. Barcelona: Anagrama.
- Munari, Bruno (2006) *¿Cómo nacen los objetos?* Barcelona: Gustavo Gili.
- Muñoz Cosme, Alfonso (2008) *El proyecto de arquitectura*. Barcelona: Reverté
- Mumford, Lewis (1945) *Técnica y civilización. Tomo 1*. Buenos Aires: Emecé.
- Mumford, Lewis (1945) *Técnica y civilización. Tomo 2*. Buenos Aires: Emecé.
- Mumford, Lewis (2010) *El mito de la máquina*. Madrid: Pepitas de Calabaza.
- Mumford, Lewis (2011) *El pentágono del poder. (El mito de la máquina dos)*. Madrid: Pepitas de Calabaza.

- Mumford, Lewis (2014) *Arte y técnica*. Madrid: Pepitas de Calabaza.
- Nadler, Gerald; Hibino, Shozo (1998) *Breakthrough Thinking: The Seven Principles of Creative Problem Solving*. New York: Prima Lifestyle.
- Norr Cetina, Karin (2005) *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Naselli, César (2013) *El rol de la innovación creadora en la lógica interna del diseño arquitectónico*. Córdoba: Editorial de la Universidad Católica de Córdoba.
- Norman, Donald (2013) *Design of Everyday Things*. Cambridge: The MIT Press
- Ortega, Lluís (2009) *La digitalización toma el mando*. Gustavo Gili: Barcelona.
- Ortega y Gasset, José (1965) *Meditación de la técnica*. Madrid: Espasa Calpe
- Pallasmaa, Juhani (2012) *La mano que piensa*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Palti, Elías (2004) *The return of the subject as a historico-intellectual problem*. Recuperado el 17 de junio de 2018, de <http://www.jstor.org/stable/3590743?origin=JSTOR-pdf>
- Parente, Diego (2006) *Algunas precisiones sobre el determinismo tecnológico y la tecnología autónoma. Una lectura sobre la filosofía de Langdon Winner*. Recuperado el 3 de agosto de 2017, de <http://www.redalyc.org/html/907/90702303/>
- Parente, Diego (2007) *Técnica y naturaleza en Leroi-Gourhan: límites de la naturalización de lo artificial*. Recuperado el 3 de agosto de 2017, de <http://ludus-vitalis.org/ojs/index.php/ludus/article/view/369>
- Parente, Diego (2008) *La concepción heideggeriana del artefacto en Grundbegriffe der Metaphysik*. Recuperado el 3 de agosto de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-13242008000200004&script=sci_arttext&tlng=pt
- Parente, Diego (2010) *Del órgano al artefacto. Acerca de la dimensión biocultural de la técnica*. Recuperado el 3 de agosto de 2017, de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26681>
- Parente, Diego (2013) *Intenciones y artefactos: sobre el enfoque hilpiano de autoría en el ámbito de los objetos técnicos*. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662013000200006&script=sci_abstract&tlng=es
- Parente, Diego; Crelier, Andrés (2015) *La naturaleza de los artefactos: intenciones y funciones en la cultura material*. Buenos Aires: Prometeo.
- Parente, Diego (2016) *Artefactos, cuerpo y ambiente. Exploraciones sobre filosofía de la técnica*. Mar del Plata: La Bola.
- Pérez Otero, Manuel (1997) *Mereología y ontología: condiciones de identidad de objetos compuestos*. Recuperado el 4 de octubre de 2017, de <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/1100>
- Picon, Antoine (2010) *Digital Culture and Architecture: Evolution and Revolution*. En ACADIA 2010. The 30th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture.
- Pierrin, Jean (1906) *Conferencia dictada el día 16 de febrero de 1906*. Recuperado el 18 de abril de 2015, de <http://sciences.globik.info/spip.php?article168>. (Jean Perrin, La Revue Scientifique, 4.e série - Tome XV : N.º15 - 13 Avril 1901)
- Platón (2006) *Fedón*. Buenos Aires: Agebe.
- Platón (2007) *Fedro*. Losada: Buenos Aires.
- Pontis, Sheila (2009) *Qué es y qué implica la investigación en diseño*. Recuperado el 10 de marzo de 2017, de [http://www.mariosantiago.net/Textos em PDF/Sheila Pontis. Qué és y qué implica la investigación en diseño.pdf](http://www.mariosantiago.net/Textos%20em%20PDF/Sheila%20Pontis.%20Qué%20és%20y%20qué%20implica%20la%20investigación%20en%20diseño.pdf)
- Potter, Norman (2008) *What is a Designer: Things, Places, Messages*. London: Hyphen Press
- Prigogine, Ilya (2008) *Las leyes del caos*. Barcelona: Drakontos.
- Puebla Pons, Juan (2004) *Neovanguardias y representación arquitectónica*. Barcelona: UPC.
- Quaroni, Ludovico (1980) *Proyectar un edificio. Ocho lecciones de arquitectura*. Barcelona: Xarat Ediciones.
- Queau, Phillipe (1995). *Lo virtual: virtudes y vértigos*. Barcelona: Paidós.

- Quine, Willard Van Orman (1976) *Worlds away*. The Journal of Philosophy, Vol. 73, N.º 22 (Dic. 16, 1976), pp. 859-863. Recuperado el 8 de octubre de 2017, de <http://www.jstor.org/stable/2025761>
- Quintanilla, Miguel Ángel (1991) *Tecnología: un enfoque filosófico*. Buenos Aires: Eudeba.
- Rams, Dieter (2013) *As Little Design As Possible*. London: Phaidon
- Ricoeur, Paul (2010) *Del texto a la acción. Ensayos de hermenéutica II*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Ricoeur, Paul (2015) *El conflicto de las interpretaciones. Ensayos de hermenéutica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Rodríguez, Pablo Esteban (2010) *Dossier-Lo artificial y lo viviente en la filosofía de la tecnología actual. Sobre el vínculo entre humanismo moderno y filosofía de la técnica: Martin Heidegger y Gilbert Simondon*. Recuperado el 9 de mayo de 2017, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132010000100011
- Rodríguez, Pablo (2012) *Historia de la información*. Buenos Aires: Capital Intelectual.
- Rodríguez, Pablo (2015) *Amar a los aparatos: Gilbert Simondon y una nueva cultura técnica*. Tecnología & Sociedad, N.º 4. Revista del Centro de Estudios sobre Ingeniería y Sociedad. Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería. Recuperado el día 17 de septiembre de 2017, de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/amar-aparatos-gilbert-simondon-tecnica.pdf>
- Rodríguez, Pablo Esteban; Blanco, Javier (2016) *Organization and information in Simondon's theory of individuation*. Recuperado el 3 de abril de 2017, de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14759551.2016.1240745>
- Redwood, Ben; Schöffner, Filemon; Garret, Brian (2017) *The 3D printing handbook. Technologies, design and applications*. Amsterdam: 3D Hubs B.V.
- Roig, Fernando (2014) *La estrategia creativa. Relaciones entre concepto e idea*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Romano, Ana María (2015) *Conocimiento y práctica proyectual*. Buenos Aires: Infinito.
- Romme, Georges (2003) *Making a Difference: Organization as Design*. Organization Science, Vol. 14, N.º 5 (Sep. - Oct., 2003), pp. 558-573
- Rossi, Paolo (1970) *Los filósofos y las máquinas*. Barcelona: Labor.
- Ruiz Martín, Juan Manuel (2015) *El crecimiento de los open sources de fabricación digital y su implementación en el media lab. De la high-tech al do it yourself*. Quito: ComHumanitas: Revista Científica de Comunicación, n.º 6.
- Sadin, Éric (2017) *La humanidad aumentada. La administración digital del mundo*. Buenos Aires: Caja Negra.
- Saggio, Antonio (2010) *Information is the raw material of a new architecture*. En ACADIA 2010. The 30th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture.
- Sainz, Jorge (2005) *El dibujo de arquitectura*. Madrid: Reverté.
- Samaja, Juan (1994) Sobre la idea de matriz de datos: respuesta al comentario de Denis Baranger. Desarrollo Económico. Vol. 34, No. 135 (Oct. - Dic. 1994). pp 453-459.
- Samaja, Juan (2008) *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. Buenos Aires: EudeBA
- Sandrone, Darío Rubén (2017) *Hacia un programa realista débil en la ontología de los objetos tecnológicos: aportes del realismo especulativo*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Sandrone, Darío Rubén (2017) *La especificidad del objeto industrial y la ontología de los objetos técnicos: acerca de los enfoques semánticos y sintácticos de la tecnología*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Sarquis, Jorge; Marques, Eulalia (1969) *Análisis de las metodologías de diseño*. Madrid: Ministerio de la Vivienda.
- Sarquis, Jorge (2003) *Teoría de la arquitectura y teoría del proyecto*. Buenos Aires: Nobuko.
- Sarquis, Jorge (2007a) *Itinerarios del proyecto. 1 Ficción epistemológica*. Buenos Aires: Nobuko.
- Sarquis, Jorge (2007b) *Itinerarios del proyecto. 2 Ficción de lo real*. Buenos Aires: Nobuko.

- Sarquis, Jorge (2010) *Investigación y conocimiento*. Buenos Aires: Nobuko.
- Schindler, Christoph (2007) *Information-Tool-Technology: Contemporary digital fabrication as part of a continuous development of process technology as illustrated with the example of timber construction*. Recuperado el día 20 de julio de http://www.caad.arch.ethz.ch/wiki/uploads/Organisation/2007_Schindler_Information-tool-technology.pdf
- Schön, Donald (1987) *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje de las profesiones*. Madrid: Paidós.
- Schultz, Margarita (2006) *Filosofía y producciones digitales*. Buenos Aires: Alfaguara.
- Seel, Martin (2010) *Estética del aparecer*. Buenos Aires: Katz.
- Serres, Michel (1995) *Atlas*. Madrid: Cátedra.
- Serres, Michel (2013) *Pulgarcita*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Serres, Michel (2015) *El parásito*. Rosario: Co-Lectora.
- Sibila, Paula (2013) *El hombre postorgánico. Cuerpo, subjetividad y tecnologías digitales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Silberman, Katja (2009) *El umbral del mundovisible*. Madrid: Akal.
- Simon, Herbert Alexander (1973a) *Las ciencias de lo artificial*. Barcelona: A. T. E.
- Simon, Herbert (1973b) *The structure of ill-structured problems*. Revista Artificial Intelligence N.º4, pp. 181-201. Recuperado el día 8 de octubre de 2017, de http://geolsew.geol.queensu.ca/faculty/harrap/teaching/geol463/GradDown/files/0_Simon_illstrucprobs_Al_1974_pr.pdf
- Simon, Herbert Alexander (1977) *La ciencia del diseño: creando lo artificial*. De <ftp://arq.unne.edu.ar/pub/td2/Unidad%201/Ciencia%20del%20Dise%F1o%20Creando%20lo%20artificial.pdf> Recuperado el 7 de agosto de 2014.
- Simon, Herbert Alexander (2011) *Entrevista. La autopoiesis de la arquitectura*. Recuperado el 7 de diciembre de 2016 de www.dearquitectura.uchile.cl/index.php/RA/article/download/26903/28469
- Simondon, Gilbert (2004) *Dos lecciones sobre el animal y el hombre*. Buenos Aires: La Cebra.
- Simondon, Gilbert (2008) *El modo de existencia de los objetos técnicos*. Buenos Aires: Prometeo.
- (2009) *La individuación a la luz de las nociones de forma y de información*. Buenos Aires: Cactus-La Cebra.
- Simondon, Gilbert (2012) *Curso sobre la percepción*. Buenos Aires: Cactus.
- Simondon, Gilbert (2013) *Imaginación e invención*. Buenos Aires: Cactus.
- Simondon, Gilbert (2015) *Comunicación e información*. Buenos Aires: Cactus.
- Simondon, Gilbert (2017) *Sobre la técnica*. Buenos Aires: Cactus.
- Soto Bruna, María Jesús (1988) *Individuo y unidad. La substancia individual según Leibniz*. Madrid: EUNSA.
- Sloterdijk, Peter; Heinrichs, Hans-Jürgen (2004) *El sol y la muerte*. Madrid: Siruela.
- Sloterdijk, Peter (2017) *Esferas 1*. Madrid: Siruela
- Sloterdijk, Peter (2014) *Esferas 2*. Madrid: Siruela
- Sloterdijk, Peter (2014) *Esferas 3*. Madrid: Siruela
- Smithson, Alison and Peter (1968) *The Euston arch and the growth of the London*. Londres: Thames & Hudson
- Souriau, Étienne (2016) *La correspondencia de las artes*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Souriau, Étienne (2017) *Los diferentes modos de existencia*. Buenos Aires: Cactus.
- Stchigel, Daniel Omar (2010) *La simulación de lo real*. Buenos Aires: El Aleph.
- Steyerl, Hito (2018) *Arte duty free. El arte en la era de la guerra civil planetaria*. Buenos Aires: Caja Negra Editora.
- Stiegler, Bernard (1998) *Leroi-Gourhan: L'inorganique organicé*. Recuperado el 15 de diciembre de 2014, de http://mediologie.org/cahiers-de-mediologie/06_mediologues/stiegler.pdf
- Stiegler, Bernard (2002a) *La técnica y el tiempo. 1 El pecado de Epimeteo*. Hondarribia (Guipuzkoa): Argitaletxe Hiru.

- Stiegler, Bernard (2002b) *La técnica y el tiempo. 2 La desorientación*. Hondarribia (Guipuzkoa): Argitaletxe Hiru.
- Stiegler, Bernard (2002c) *La técnica y el tiempo. 3 El tiempo del cine y la cuestión del malestar*. Hondarribia (Guipuzkoa): Argitaletxe Hiru.
- Stiegler, Bernard (2005) *Pasar al acto*. Hondarribia (Guipuzkoa): Argitaletxe Hiru.
- Stiegler, Bernard (Comp.) (2014) *Digital Studies. Organologie des savoirs et technologies de la connaissance*. París: FYP.
- Stiegler, Bernard (2012) *Tiempo e individuación técnica, psíquica y colectiva en la obra de Simondon*. En revista Trilogía N.º 6, abril/octubre 2012. Recuperado el 15 de diciembre de 2014, de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4521460.pdf>.
- Summarios n.º 85 (1985) *Gustav Peichl. El erotismo en la arquitectura tecnológica*. Buenos Aires: Summa
- Tabanera, Francisco (2013) *¿Sabrías definir paramétrico?*. Recuperado el día 23 de enero de 2017 de <http://www.algomad.org/sabrias-definir-parametrico/>.
- Taylor, Charles (1997) *Argumentos filosóficos. Ensayos sobre el conocimiento, el lenguaje y la modernidad*. Barcelona: Paidós.
- Tedeschi, Enrico (1976) *Teoría de la arquitectura*. Buenos Aires: Nueva Visión
- Tedeschi, Arturo (2014) *AAD Algorithms-Aided Design*. Potenza: Le Penseur Publisher.
- Tschumi, Bernard (2014) *Notations: Diagrams and Sequences*. Londres: Artifice Books.
- Uexküll, Jakob (2016) *Andanzas por los mundos circundantes de los animales y los hombres*. Buenos Aires: Cactus.
- Urmeneta Huici, Vicente (2007) *Espacio, tiempo y sociedad. Variaciones sobre Durkheim, Halbwachs, Gurvitch, Foucault y Bourdieu*. Madrid: Akal.
- Vaccari, Andrés (2008) *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red*. Bruno Latour. Recuperado el 5 de junio de 2017, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132008000200012
- Vaccari, Andrés ((2010) *Dossier-Lo artificial y lo viviente en la filosofía de la tecnología actual. Vida, técnica y naturaleza en el pensamiento de Gilbert Simondon*. Recuperado el 18 de abril de 2015, de <http://www.revistacts.net/volumen-5-numero-14/91-dossier/326-vida-tecnica-y-naturaleza-en-el-pensamiento-de-gilbert-simondon>
- Vaccari, Andrés (2013) *Artifact Dualism, Materiality, and the Hard Problem of Ontology: Some Critical Remarks on the Dual Nature of Technical Artifacts Program*. Philosophy & Technology. Volume 26, Number 1. Recuperado el 15 de febrero de 2018 de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-011-0059-y>
- Vargas Guillén, Germán, Gil Congote, Lina Marcela (2015) *Excelência, excedência e individuação: o problema da formação como desprezue da tecnicidade*. Revista Colombiana de Educación (68), 65-90. Recuperado el 14 de febrero de 2016 de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012039162015000100004&script=sci_arttext&tlng=pt
- Vasey, Lauren; Baharlou, Ehsan; Dörstelmann, Mrotz; Koslawski, Valentin; Prado, Marshall; Schieber, Gundula; Menges, Achim; Knippers, Jan (2015) *Behavioral design and adaptive robotic fabrication of a fiber composite compression shell with pneumatic formwork*. Recuperado el 14 de febrero de 2017 de https://acadia-assets.s3.amazonaws.com/paper/file/DTAGHM/Vaseyetal_2015.pdf
- Vedia, Luis (2014) *Introducción a la filosofía de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires: Eudeba.
- Vendriès, Pierre (1975) *Hacia una teoría del hombre*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Verbek, Peter Paul (2005) *What Things Do: Philosophical Reflections on Technology, Agency, and Design*. Philadelphia: Pennsylvania State University Press
- Virno, Paolo (2003) *El recuerdo del presente. Ensayo sobre el tiempo histórico*. Buenos Aires: Paidós.
- Virno, Paolo (2004) *Palabras con palabras*. Buenos Aires: Paidós.
- Virno, Paolo (2006) *Ambivalencia de la multitud*. Buenos Aires: Tinta Limón; Cactus.
- Virno, Paolo (2008) *Gramática de la multitud*. Buenos Aires: Puñaladas.
- Virno, Paolo (2013a) *Cuando el verbo se hace carne*. Buenos Aires: Tinta Limón; Cactus.
- Virno, Paolo (2013) *Y así sucesivamente, al infinito*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Von Foerster, Heinz (1996) *Las semillas de la cibernética*. Barcelona: Gedisa.

- Von Uexküll, Jakob (2016) *Andanzas por los mundos circundantes de los animales y los hombres*. Buenos Aires: Cactus.
- Von Wright, Georg Henrik (1987) *Explicación y comprensión*. Madrid: Alianza.
- Watzlawick, Paul; Krieg, Peter (Comp.) (1995) *El ojo del observador. Contribuciones al constructivismo*. Homenaje a Heinz von Foerster. Barcelona: Gedisa.
- Watzlawick, Paul (2000) *¿Es real la realidad?* Barcelona: Herder.
- ——— (Comp.) (2010) *La realidad inventada. ¿Cómo sabemos lo que creemos saber?* Barcelona: Gedisa.
- Wiener, Norbert (1965) *Cybernetics. Or control and communication in the animal and the machine*. MIT Press: Cambridge
- Weissberg, Jean-Louis (1997) *Les images hybrides: virtualité et indicativité*. Revista MEI (7). Recuperado el 21 de septiembre de 2017, de http://www.mei-info.com/wp-content/uploads/revue7/ilovepdfcom_split_9.pdf
- Wieser, Wolfgang (1977) *Organismos y máquinas*. Buenos Aires: Eudeba.
- Wong, Wucius (2009) *Fundamentos de diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Zatonyi, Marta (1993) *Diseño. Análisis y teoría*. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Zevi, Bruno (1991) *Saber ver la arquitectura*. Barcelona: Poseidón.
- Zevi, Bruno (1999) *Leer, escribir, hablar arquitectura*. Madrid: Apóstrofe.

• **24.1. Bibliografía consultada**

- Borsotti, Carlos (2007) *Temas de metodología de la investigación en ciencias sociales empíricas*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Dei, Daniel (2006) *La tesis. Cómo orientarse en su elaboración*. Buenos Aires: Prometeo.
- Díaz, Esther (2010) *Metodología de las ciencias sociales*. Buenos Aires: Biblos.
- Eisner, Elliot (1998) *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. Buenos Aires: Paidós.
- Mancuso, Hugo (2008) *Metodología de la investigación en ciencias sociales*. Buenos Aires: Paidós.
- Marradi, Alberto; Archenti, Nélica; Piovani, Juan Ignacio (2010) *Metodología de las ciencias sociales*. Buenos Aires: Cengage Learning.
- Murillo, Susana (2012) *Prácticas científicas y procesos sociales. Una genealogía de las relaciones entre ciencias naturales, ciencias sociales y tecnologías*. Buenos Aires: Biblos.
- Samaja, Juan (2004) *Proceso, diseño y proyecto en investigación científica. Cómo elaborar un proyecto sin confundirlo con el diseño ni con el proceso*. Buenos Aires: JVE.
- Samaja, Juan (2008) *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. Buenos Aires: Eudeba.
- Samaja, Juan (2014) *Epistemología de la salud. Reproducción social, subjetividad y transdisciplina*. Buenos Aires: Lugar.
- Sautu, Ruth; Boniolo, Paula; Dalle, Pablo; Elbert, Rodolfo (2010) *Manual de metodología*. Buenos Aires: Prometeo – CLACSO.
- Scribano, Adrián Oscar (2008) *El proceso de investigación social cualitativo*. Buenos Aires: Prometeo.
- Vasilachis de Gialdino (2009) *Estrategias de investigación cualitativa*. México: Gedisa.
- Ynoub, Roxana (2005) *Cuestión de método. Aportes para una metodología crítica. Tomo 1*. México: Cengage.
- Ynoub, Roxana (2007) *El proyecto y la metodología de la investigación*. Buenos Aires: Cengage.

• **24.9. Tesis doctorales y de maestría**

- Almeida, Henrique Stabile de (2015) *Entre o físico e o digital. Processos paramétricos, de interação e de fabricação digital aplicados ao design*. Disertación de maestría no publicada. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo, Brasil.

- Bardin, Andrea (2010) *Individuazione, técnica e sistema social*. Disertación doctoral no publicada. Università degli Studi di Padova. Padua, Italia.
- Barrera Poblete, Carlos Ignacio de la (2011) *Algoritmos genéticos como estrategia de diseño en arquitectura*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Estructures a l'Arquitectura. Barcelona, España.
- Bravo Martínez, Maite (2016) *Lógicas paramétricas en la arquitectura del siglo XX*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes Arquitectònics. Barcelona, España.
- Bruscatto Portella, Underléa (2006) *De lo digital en arquitectura*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Chauro Bernal, jairo (2004) *Diseño conceptual de productos asistido por ordenador: un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa*. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de proyectos de ingeniería. Barcelona, España.
- Chiarella, Mauro (2009) *Unfolding architecture: laboratorio de representación e ideación (medios análogos y digitales)*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Cifuentes Quin, Camilo Andrés (2014) *Narrativas cibernéticas y arquitectura computacional*. Disertación doctoral no publicada. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Ciurana, Quim de; Ríos Chueco, José (2007) *Contribución metodológica en técnicas de diseñar para fabricación*. Disertación doctoral no publicada. Girona: España.
- Domingo Calabuigh, Débora (2003) *Indagaciones sobre una subjetividad cultivada. El problema del conocimiento en la teoría y práctica arquitectónica*. Disertación doctoral no publicada. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- García del Valle Lajas, Matías (2016) *Diseño para fabricación digital: definición unívoca entre forma y fabricación en arquitectura*. Disertación doctoral no publicada. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid: España.
- Gil Moreno de Mora Martínez, Diego (2015) *Proceso creativo, producción y posproducción en la expresión gráfico-digital*. Disertación doctoral no publicada. Universitat de Barcelona. Facultat de Belles Arts. Barcelona: España.
- Gomes Magri, Paulo Henrique (2015). *A digitalização do design de mobiliário no Brasil: panorama e tendências*. Disertación de maestría no publicada. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Sao Paulo, Brasil.
- Grajewski, Zachary T (2015) *Hybrid Craft: Designing a workflow for traditional and digital craftsmen*. Tesis de grado no publicada. University of Cincinnati, Design, Architecture, Art and Planning: Architecture. Cincinnati, EE. UU.
- Henning, Kris (2011) *Un/Folding Form: A Unified Strategy for Making and Visualising in 3D*. [Victoria University of Wellington](#). Wellington, Nueva Zelanda.
- Ibáñez Montoya, Joaquín (1999) *Morfología y proyecto en algunas intervenciones arquitectónicas*. Disertación doctoral no publicada. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid: España.
- Jugrestan, Septimiu (2009) *Del boceto al objeto a través del BIT en la obra: "La materia del tiempo", de Richard Serra*. Disertación doctoral publicada. País Vasco: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua.
- Malé Alemany, Marta (2016) *El potencial de la fabricación aditiva en la arquitectura: hacia un nuevo paradigma para el diseño y la construcción*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica. Barcelona: España.
- Mangione, Anthony F. (2016) *Reconciling Craft with Digital Design: Building a New Infrastructure*. Disertación de maestría no publicada. University of Cincinnati. Cincinnati, EE. UU.
- Oliva Santos, Raúl (2016). *Avances tecnológicos en representación gráfica: su influencia en el diseño arquitectónico*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Composició Arquitectònica. Barcelona, España.

- Oliveira Mateus, Joao Vasco de (2016) *Prototipagem Digital 3D no contexto do ensino do Design. Seu Papel na Fase Conceptual de Desenvolvimento de Produtos Industriais*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Gráfica - Departament d'Enginyeria Gràfica. Valencia, España.
- Penas López, Miguel (2014) *Individuación, individuo y relación en el pensamiento de Gilbert Simondon*. Disertación doctoral no publicada. Departamento de Filosofía. Facultad de Filosofía y Letras. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona: España.
- Pereira, Thiago Siqueira (2015). *New methods for the computational fabrication of appearance*. Disertación doctoral no publicada. Princeton University. Princeton, EE. UU.
- Remmerswaal, Nadia (2015) *Tra-digital Hybrids: Using digital fabrication to create a hybrid design for developing countries*. Tesis de grado no publicada. Delft University of Technology. Delft, Holanda.
- Rodríguez, Pablo Esteban (2009) *Ciencias poshumanas y epísteme posmoderna. Un análisis de algunas transformaciones del saber en las sociedades occidentales contemporáneas*. Disertación doctoral no publicada. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Sociales Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires: Argentina.
- Ruíz Vega, Nancy (2009) "Simulación asistida por agentes para sistemas de fabricación inteligentes". Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de València. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación - Departament de Sistemes Informàtics i Computació. Valencia, España.
- Sánchez Caballero, Samuel (2012) *Optimización estructural y topológica de estructuras morfológicamente no definidas mediante algoritmos genéticos*. Disertación de maestría no publicada. Valencia: Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales - Departament d'Enginyeria Mecànica i de Materials. Valencia, España.
- Sarabia Pérez, Rubén (2012) *Modelo morfológico determinista: aplicación para el diseño y la fabricación asistidos por ordenador*. Disertación doctoral no publicada. Universidad de Alicante. Departamento de Tecnología Informática y Computación. Alicante, España.
- Schwartzburg, Yuliy (2015). *Fabrication-Aware Design with Performative Criteria*". Disertación de maestría no publicada. École polytechnique fédérale de Lausanne. Programme doctoral Informatique, Communications et Information Faculté informatique et communications Institut des systèmes informatiques et multimédias Laboratoire d'informatique graphique et géométrie. Lausana, Suiza.
- Silvestre Navarro, Francisco Miguel (2007) *Pensado a mano, fabricado en serie. Pioneros del Diseño Industrial. Transformación y adaptabilidad de las profesiones creativas*. Disertación doctoral no publicada. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Stoutjesdijk, Peter (2013) *Digital Design & Digital Fabrication for ultimate challenges*. Tesis de grado no publicada. Delft University of Technology. Delft, Holanda.
- Valamanesh, Roozbeh (2012) *Design Inspired by Digital Fabrication*. Disertación de maestría no publicada. Arizona State University. Arizona, EE. UU.
- Yuan, Dianfei (2016) *Heidegger and castells: the concept of time in digital technology era*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Filosofia. Barcelona, España.
- Zulueta Dorado, Francisco de (2016) *Los objetos en el entorno digital: una aproximación teórica al diseño funcional de las interfaces de exploración en la comunicación interactiva*. Disertación doctoral no publicada. Universitat Politècnica de València. Departamento de Dibujo - Departament de Dibuix. Valencia, España.

- **24.12. Páginas Web consultadas**

- **24.12.1. Diseño industrial**

- ICSID (International Council of Societies of Industrial Design) WDO. The World Design Organization. <http://wdo.org/>

- 24.12.2. Diseño paramétrico y fabricación digital

- ACADIA (Association of Computer Aided Design in Europe) <http://acadia.org/>

- ASCAAD (Arab Society for Computer Aided Architectural Design) <http://www.ascaad.org/>
- CAAD (Computer Aided Architectural Design) <http://www.caadfutures.org/>
- CAADRIA (Computer Aided Architectural Design Research Asia) <http://www.caadria.org/>
- Cámara argentina de impresión 3D y fabricaciones digitales <http://www.camar3d.org>
- Design non topic <https://designontopic.wordpress.com/>
- Fab Foundation <http://www.fabfoundation.org/>
- Grasshopper <http://www.grasshopper3d.com/>
- International Association of Societies of Design Research <http://www.iasdr.org/>
- Laboratorio de diseño paramétrico <http://labparametrico.uchilefau.cl/>
- Laboratorio de representación e ideación <https://maestriaunl.wordpress.com/>
- Metaarquitectura <https://metaarquitectura.wordpress.com/>
- SIGRADI (Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital) <http://sigradi.org/>
- 24.12.3. Filosofía. Ontología. El problema de la individuación
- Bruno Latour <http://www.bruno-latour.fr/>
- Centre international des études simondoniennes <http://www.mshparisnord.fr/cides/>
- Daniel Langlois Foundation <http://www.fondation-langlois.org>
- Digital Studies <http://www.digitalstudies.org>
- Edge <https://www.edge.org/>
- Edgar Morin <http://www.edgarmorin.org/>
- Gilbert Simondon <http://gilbert.simondon.fr>
- Jonathan Schaffer <http://www.jonathanschaffer.org/>
- Michel Serres <http://michelserres.blogspot.com.ar/>
- Ornithopter http://www.ornithopter.de/english/index_en.htm
- Pascal Chabot <http://chabot.be/>
- The Center for Bits and Atoms <http://ng.cba.mit.edu/>
- The W. Ross Ashby Digital Archive. <http://www.rossashby.info/>
- 24.12.4. Proyecto arquitectura
- POIESIS. <http://investigacionproyectual.blogspot.com.ar/>
- 24.12.5. Videos
- Almafaraq (2011) *man & technics: Bernard Stiegler (1)*. Recuperado el 9 de enero de 2017, de <https://www.youtube.com/watch?v=ymtnUDAOEWc>
- Almafaraq (2011) *man & technics: Bernard Stiegler (1)*. Recuperado el 9 de enero de 2017, de <https://www.youtube.com/watch?v=ZnvdK5cq9f4>
- Bigkif (2007) *Ivan Sutherland: Sketchpad Demo (1/2)*. Recuperado el día 20 de febrero de 2017 de https://www.youtube.com/watch?v=USyoT_Ha_bA.
- Cantwell Smith, Brian (s.f.) *The philosophy of computation: meaning, mechanism, mystery*. Recuperado el día 20 de febrero de 2017 de: <http://www.dailymotion.com/video/xyxk0l>
- Eidos84 (2012) *Gilbert Simondon - 'The Technical Object as Such'*. Recuperado el día 2 de marzo, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132011000300014
- Lynn, Greg (2005) *Organic algorithms in architecture*. Recuperado el 6 de junio de 2018 de https://www.ted.com/talks/greg_lynn_on_organic_design
- Luis González-Mérida (2017) *Gilbert Simondon - Entrevista sobre la tecnología (1965)*. Recuperado el 3 de agosto de 2017, de https://www.youtube.com/watch?v=xisJX9_hz5U
- Luis González-Mérida (2017) *Gilbert Simondon - Entrevista sobre la mecanología [Parte 1] (1968)*. Recuperado el 3 de agosto de 2017, de https://www.youtube.com/watch?v=1j_Qynvpe74

