

## La forma como molde. La forma como proceso

### Javier Monedero

Este artículo está dividido en dos partes. En la primera se subraya que estamos ante un problema universal. Y se plantea la hipótesis de que, como todo problema universal, podemos rastrear su presencia a lo largo de la historia con tendencias que ponen el acento en uno u otro extremo y que dependen a menudo a menudo de coyunturas sociales y políticas. En la segunda intento resumir con la mayor brevedad principal las líneas principales de la situación actual, recalcando también el hecho de que estas tendencias se intensifican con la complejidad y adoptan variantes que son particularmente relevantes en el momento en que estamos y que merece la pena comentar con amplitud. Pero por las razones citadas en la primera parte, deberíamos de tomar la suficiente distancia para juzgar su importancia real.

#### I

1. Consideremos los dos enunciados siguientes: “Una circunferencia es el lugar geométrico de todos los puntos equidistantes de otro punto dado”. “Una circunferencia se crea al hacer girar un compás sobre uno de sus apoyos, partiendo de un punto cualquiera y dando una vuelta completa hasta regresar al mismo punto”. El primer enunciado nos dice “lo que es” una circunferencia, da una descripción esencial de su estado. El segundo nos da el procedimiento para crearla, es una receta que describe los pasos necesarios para llegar a un resultado. El primero tiene más que ver con la percepción y la comprensión. El segundo tiene más que ver con la acción. Se puede poner el énfasis en uno u otro de estos posibles enunciados. Sin embargo los dos son necesarios pues no podemos actuar si no percibimos adecuadamente, de un modo inteligente, comprensivo. Y no podemos percibir adecuadamente si nuestras percepciones no se retroalimentan por acciones que las van enriqueciendo progresivamente.

La descripción, los planos, las imágenes, caracterizan la forma entendida como molde. En el extremo, la descripción minuciosa tiende a coincidir con lo descrito. Pero esto carece de sentido y, en realidad, toda descripción incorpora fragmentos de procesos: indicaciones de simetrías, proporciones, relaciones, rasgos principales o secundarios.

Los algoritmos, la iteración recursiva, las fórmulas generativas, caracterizan la forma entendida como proceso. En el extremo, como ocurre con algunos fractales, una serie de pocos símbolos puede dar lugar a formas extraordinariamente complejas. Pero esta serie de símbolos, aislada, carecería de sentido si no estuviera acompañada de fragmentos de descripciones: indicaciones complementarias, resultados posibles que nos ilustran sobre su sentido.

2. Grecia. Siglo V aC. La Atena de Pericles, la polis por antonomasia, la ciudad más bella del Mediterráneo, la que alberga los monumentos más famosos de ese momento histórico y de los que le seguirán, monumentos concebidos a partir de estructuras cada vez más refinadas, de formas arquetípicas, es también la ciudad de Sócrates y de Platón. Y Platón, que vive los años finales de esta época dorada, deja a la posteridad, entre otras cosas, una concepción de las formas o de las ideas (eidos) como entes transcendentales, inmutables, como “lo que realmente es”. En el Timeo va más allá y describe la formación del universo a partir de los cuatro elementos en cuya base está una sutil combinación de triángulos, de figuras no corpóreas, para dar lugar a cuerpos fundamentales pero en los que los elementos constituyentes, los triángulos, permiten las recombinaciones de estos cuerpos primordiales: el cubo, la mínima partícula del

elemento tierra, estable, figura del reposo; el tetraedro, la mínima partícula del elemento fuego, de aristas penetrantes, figura de la agitación; el icosaedro, la mínima partícula del elemento agua, más cercano a la esfera y más dinámico.

Tras las conquistas de Alejandro y la dispersión del imperio, la polis griega pasa a ser un recuerdo cada vez más lejano. Los órdenes clásicos se mantienen pero la sobriedad del dórico es progresivamente relegada por el jónico y, sobre todo, el corintio. El canon se relaja, los órdenes se combinan entre sí y aparecen nuevas tipologías arquitectónicas. El interés se desplaza hacia lo privado, hacia la decoración interior, hacia la variedad y el cambio. Y las ideas de Platón y Aristóteles van siendo relegadas por otras, entre las que adquieren una creciente importancia las enseñanzas de Zenón, de casi la misma edad de Alejandro (cuatro años mayor que este, nacido en 356 aC).

Para los filósofos de la *stoa*, cuyos principios no pueden llamarse propiamente nuevos pues están impregnados de una lectura renovada de Heráclito, la vida, lo que nos rodea, lo que conocemos íntimamente, no surge de modelos arquetípicos. La física estoica se basa en la concepción de un continuo dinámico, de una sustancia primigenia, el *pneuma*, que se propaga, se tensiona de diversos modos, fluye y adopta diferentes estados. Su ejemplo favorito para explicar la diversidad de las formas es la semilla, la diminuta semilla, redondeada, sin forma ni rasgos distintivos, que se introduce en las grietas de un muro pero crece y se ramifica y es capaz de agrietar y deformar el propio muro. ¿Dónde está el límite, el contorno, la superficie externa que, para Platón, como para Aristóteles, define la forma? Para los estoicos el límite es, precisamente, lo-que-no-es. Es, más exactamente, el final de la acción.

Y el final de la acción se define por el agotamiento o por la colisión con otra acción. Pero no está predefinido. Lo que cuenta no es la forma prefijada sino la forma posible. La capacidad de un núcleo indefinible de llegar más allá, de adoptar configuraciones impensadas: configuraciones que, conjuntas, conforman. Es la materia entendida como estructura interna, como potencial de desarrollo, de crecimiento. No la forma como arquetipo, como modelo a imitar, como molde inmutable al que debe adaptarse, ceñirse, la fuerza viva de lo mudable.

**3. Europa. Siglos XVII y XVIII.** Tras la paz de Westfalia de 1648, un nuevo orden político y cultural se expande por todas las naciones. Un nuevo orden que, en arquitectura, se manifiesta por la hegemonía de los tipos griegos y romanos recuperados en el Renacimiento, por la consagración de Palladio como referencia ejemplar para las villas de la aristocracia pero también para la reconstrucción y ampliación de las ciudades. Y también por la difusión de las Academias, que surgen en el Renacimiento como centros dinámicos que se oponían a una universidad atrapada por la rigidez escolástica pero que, ahora, serán cada vez más centros institucionales encargados de mantener la ortodoxia del clasicismo arquitectónico.

También crecen las nuevas sociedades científicas cuyo primer modelo fue la *Royal Society* de Londres (fundada en 1660). Y los “naturalistas” buscan encontrar una explicación racional a la diversidad de las formas que nos rodean, que nos penetran. La obra cumbre de esta búsqueda de ordenación racional es la taxonomía de Linneo, que en 1735 publica la primera edición (a la que seguirán muchas más, corregidas y aumentadas) de su *Systema Naturae*. Tanto Linneo como sus contemporáneos son “fijistas”, un término que se utiliza en la actualidad (1), por oposición a “evolucionistas”, para designar a los creyentes en un orden dado desde la creación, en una jerarquía de formas armónicas y limitadas. No lo es menos Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, de la misma edad que Linneo (ambos nacieron en 1707), aunque se hayan resaltado sus críticas a la idea de “forma prefijada”. Pues si esto es así, dice

Buffon, como su contemporáneo Maupertuis (1698-1759), ¿cómo es posible que, por ejemplo, los hijos de un hombre negro y de una mujer blanca sean mulatos? Buffon intenta salvar estas contradicciones con la idea de “un molde interior”, una especie de estructura oculta, de memoria de la forma, que podría sufrir alteraciones. Pero para Buffon estas transformaciones se aplicarían a grupos limitados, a familias de especies. Y llega a decir (1, p. 141) que en los orígenes del mundo había unos cuarenta tipos distintos, de los que se derivaron los actuales.

Este orden, cuya crisis ya está prefigurada en el barroco, se trastoca a finales del XVIII. La revolución francesa y el romanticismo hacen añicos los principios políticos y los principios artísticos y arquitectónicos. Hacia 1802 Lamarck acuña un nuevo término, “biología”, que hará fortuna y se atreve a proponer la idea, que será recibida con escándalo por los viejos naturalistas, de que las formas pueden ser mudables, resultados de una “evolución”, otro término que también se convertirá en protagonista durante los años que seguirán. Pero son ideas que encajan bien con las de los artistas y filósofos de las nuevas generaciones. Los románticos enfatizan que el lenguaje es un ser viviente, que su producción cuenta más que su producto. Aunque Wilhelm von Humboldt no fuera precisamente un artista romántico, participa de sus ideas y expone con mayor precisión que muchos de sus contemporáneos lo que estaba en el aire.

Así en esta cita: “El lenguaje mismo no es una obra (*ergon*) sino una actividad (*energeia*). Por eso su verdadera definición sólo puede ser genética”. (2, pp 244 y 308). Es decir, el lenguaje es vivo, su producción es más importante que el producto. Podríamos igualmente decir, cambiando los términos: el dibujar es más importante que el dibujo, el pintar más importante que la pintura, el proyectar más valioso que el proyecto acabado.

Similares reflexiones se pueden encontrar, por esas mismas fechas, principios del XIX, en la distinción de Schlegel entre la forma inorgánica, mecánica y la forma orgánica: “La forma (*Form*) es mecánica cuando está dada a una determinada materia por una acción externa, como intervención puramente accidental, sin relación con la constitución de esa materia; como por ejemplo se da una figura (*Gestalt*) cualquiera a una masa blanda para que permanezca así, una vez endurecida. La forma orgánica, por el contrario, es innata; se forma (*bildet*) desde dentro hacia el exterior y alcanza su determinación al mismo tiempo que el desarrollo íntegro del germen... En una palabra, la forma no es otra cosa que un exterior significativo, la fisionomía hablante de cada cosa, que no ha sido alterada por accidentes molestos y que rinde testimonio verídico de la esencia (*Wesen*) oculta de esa cosa.” (2, p 254)

## II

Occidente. Siglo XXI. Tanto por razones de espacio como por no poner en duda la capacidad del lector para sacar sus propias conclusiones, dejo abierta la cuestión de si las consideraciones anteriores son extrapolables al momento histórico en que nos encontramos. Un momento caracterizado por la crisis económica, política y cultural de los estados occidentales, por la dispersión y sucesión caótica de los movimientos artísticos, y por el debilitamiento de las formas dominantes del movimiento moderno en arquitectura.

En cualquier caso es evidente que el énfasis en el procedimiento y la experimentación con sistemas generativos a los que se les concede un alto grado de autonomía, son algunas de las características más destacables de una gran parte de la arquitectura reciente. Y que muchas de estas experiencias están intrínsecamente ligadas a métodos digitales que son mal conocidos o que están mal explicados, a veces por una voluntad obvia de obscurantismo y otras veces por ignorancia de los principios subyacentes. Esta última parte estará dedicada por consiguiente a intentar ordenar y

precisar alguno de estos métodos para poder discutir lo más interesante: el modo en que pueden afectar a los principios fundamentales de nuestra disciplina.

Pero antes es necesario situar este análisis en su contexto adecuado por lo que aludiré telegráficamente a la importancia de la noción de “proceso” en la ciencia, el arte y la arquitectura moderna.

**4.** Evolución, emergencia, caos, equilibrio, complejidad. Imposible abrir un libro de ensayo sobre la ciencia contemporánea sin encontrarnos con todos o alguno de estos términos. Y la búsqueda siempre renovada, siempre aplazada, de las partículas “elementales”, así como la defensa cada vez menos enérgica del reduccionismo en ciencia, dibujan un panorama paradójico. Por un lado la ciencia aplicada ha penetrado de modo espectacular en todos los rincones de la vida cotidiana. Pero, por otro lado, lo que interesa a los científicos ya no es tanto asentar la propia ciencia sobre una teoría coherente o unos principios cada vez más escurridizos sino intentar comprender los procesos sutiles a través de los cuales emerge el orden.

Baste una cita de Ilya Prigogine (premio Nobel de química en 1977). En 1993 (3, p 28) reflexionaba sobre un tema recurrente que, como dice, está íntimamente ligado a la paradoja del tiempo: las estructuras de no-equilibrio o estructuras disipativas. Cuando la materia se encuentra en un estado de no equilibrio adopta estructuras de notable complejidad pero que sólo subsisten mientras el sistema disipa energía, en notable contraste con otras estructuras de equilibrio, como los cristales. Y entre los numerosos ejemplos que cita (la hidrodinámica, la cinética química, la óptica de rayos láser) incluye la ciudad: un sistema mucho más frágil de lo que nos pensamos y que depende de lo que no es ciudad pues “La raíz de esta individuación son las relaciones que establece con el campo colindante. Si se suprimieran esas relaciones la ciudad desaparecería”. (p 28).

Podríamos multiplicar las citas que mostrarían hasta que punto algunos temas recurrentes en el arte y la arquitectura contemporáneos comparten con la ciencia más reciente nociones idénticas. Pero, sobre todo, hay que destacar la reciente ciencia de la complejidad: el estudio de los sistemas complejos adaptativos y las investigaciones sobre una característica notable de estos sistemas, en los que el procesamiento de la información alcanza máximos precisamente en el límite del caos para dar lugar a estructuras estables. Y, en fin, la indagación sobre procesos cuyas características genéricas son comunes a fenómenos naturales pero también a fenómenos artificiales entre los que cabe incluir el diseño, la arquitectura y el urbanismo (4).

**5.** En el arte actual, la importancia de lo procesual, del énfasis en el procedimiento frente al resultado, es bien conocida. Pero convendrá precisarla y distinguir al menos dos sentidos principales en que el procedimiento es protagonista: cuando deriva el énfasis sobre el producto final, a) hacia los procesos físicos y, b) hacia los procesos organizativos y logísticos. Para no desviarnos del argumento principal de este artículo, podemos concentrar el sentido de este giro radical en torno a una fecha y un nombre.

Hacia 1970, entre 1965 y 1972 aproximadamente (5), tanto en Estados Unidos como en Europa, el mundo del arte fue sacudido por un vendaval de exposiciones, manifiestos, grupos y contragrupos, de una intensidad extraordinaria. Robert Morris no es quizás el nombre más conocido de los muchos que surgieron en aquellos años, pero si uno de los que con más lucidez reflexionaron por escrito sobre lo que estaba ocurriendo y que estuvo en primera fila de los movimientos más sugestivos que surgieron en rápida sucesión durante aquellos años: el minimalismo, el *process-art*, la *anti-form*, el *earth art*. El hecho de que un artista como Morris participara en poco

tiempo en todos estos eventos aparentemente tan dispares sugiere que había un hilo conductor que es el que nos interesa seguir.

Pues el minimalismo no utilizaba formas puras como arquetipos a contemplar por sí mismos. Sino como universales, como totalidades aparentemente independientes del punto de vista, como volúmenes simples que se pueden aprehender y retener con facilidad en la memoria. Pero situados de modo dislocado en un entorno convencional. Lo que llevaba al espectador a errar en torno a ese objeto aparentemente neutro y a cuestionarse tanto la situación dislocada del objeto en tal entorno como su propio papel como espectador en esa situación. Después de participar en las primeras exposiciones minimalistas y escribir algunos de los mejores artículos sobre la nueva escultura, Morris abandonó esta línea para comenzar a realizar un tipo de escultura con materiales no rígidos y en donde se diera un nuevo “valor a su proceso de autoproducción” (6). Y en donde abandonaba no sólo la ideas convencionales de “representación” sino la idea más corriente de que el arte es un tipo de trabajo que tiene como finalidad producir un objeto acabado. En esta nueva línea, que se denominó en su momento “Anti-Form” y “Process Art”, surgieron algunos de los primeros trabajos de Richard Serra o Bruce Nauman, entre otros.

Pero, poco después, Morris fue también uno de los primeros artistas que se alejaron de la ciudad y las galerías y el mercado convencional del arte, para crear obras a gran escala, en territorios desocupados, al aire libre. Este tipo de trabajos, cuyo gran impulsor fue Robert Smithson hasta su temprana muerte en 1973 al estrellarse la avioneta con que estaba preparando uno de sus últimos proyectos, y que se etiquetaron en Estados Unidos como “Earth Art” y en Europa como “Land Art”, suponían un protagonismo del proceso en el segundo de los sentidos que he apuntado al comienzo de este apartado. Pues proyectos de la envergadura del “Observatorio” (1971-1977) de Morris, del famoso “Spiral Jetty” (1970) de Smithson o de la “Wrapped Coast” (1969) de Christo y Jeanne-Claude, son impensables sin una larga preparación que incluye proyectos, presupuestos, negociaciones y capacidad de seducción. El último de los proyectos citados, por ejemplo, implica cubrir un sector de una costa de Australia de 2.5 km de largo por 25 m de alto con 90.000 m<sup>2</sup> de polipropileno atado con unos 60 km de cuerda. Algo que, obviamente, no está al alcance de cualquiera.

En este segundo sentido, la capacidad de un artista para hacer algo que los humanos corrientes no son capaces de hacer no siempre es tan obvia. Se atribuye, con razón, a Duchamp, la paternidad de este particular giro desde lo substancial hacia lo procedural. Al margen de otras consideraciones importantes que ahora prefiero pasar por alto, merece la pena subrayar que nada más falso que este “yo también podría hacer eso”. Pues la historia completa es, en general, desconocida aunque resulta clave para entender que hay actuaciones aparentemente triviales pero que están tan poco al alcance de cualquiera como los descomunales envoltorios de Christo y Jeanne-Claude. Para no mencionar sino los datos principales que son suficiente evidencia de que la operación no fue precisamente trivial (7): su famosa *Fountain* se presentó en la segunda gran exposición de Arte Moderno en Nueva York, en 1917 (la primera fue el Armory Show, en 1913) pero como es sabido fue rechazada, lo que ocasionó un muy aireado escándalo. Pero Duchamp no sólo formaba parte de *Society of Independent Artists*, fundada en 1916 por artistas norteamericanos vanguardistas y organizadora de esta exposición, sino que era miembro de la Junta Directiva. Y esta Sociedad había asumido el principio de que cualquier obra de un artista tenía derecho a ser expuesta y de que no habría ni jurados ni premios (“*no jury, no prizes*”). Y Duchamp, de acuerdo con su millonario mecenas y amigo Walter Arensberg, uno de los principales impulsores de este evento, presentó, firmado con el pseudónimo de R.Mutt, el urinario que había comprado unos

días antes junto con Arensberg y defendió su inclusión en la exposición, lo que llevó a una votación en la Junta que se perdió por pocos votos. Duchamp y Arensberg dimitieron como protesta y luego se las arreglaron para que fuera fotografiada y expuesta por Alfred Stiegliz en su ya famosa galería 291, presentándola como una obra “rechazada” por la Sociedad que decía que no rechazaría nada. El juego perverso e irónico de Duchamp se apoyaba sobre la notoria indefinición del “acto de consagración” de una obra de arte que reposa sobre la frágil distinción, en la que todavía estamos, entre lo que “es útil”, es decir, tiene una finalidad, como los relojes, y lo que “no es útil” como los artificios caprichosos. Ahora bien, al margen de estas consideraciones que tienen muchísima miga pero que nos distraerían de lo que aquí se quiere analizar (8), el hecho que quiero subrayar es que este tipo de intervenciones implican procedimientos mucho más complejos de lo que puede parecer. Al igual que ocurre con la arquitectura, como se muestra en el interesante libro de Deyan Sudjic (9) sobre los sutiles y poco conocidos mecanismos con que algunos famosos arquitectos contemporáneos consiguen sus encargos.

6. El arranque del movimiento moderno en arquitectura es, aparentemente, toda una declaración de principios sobre la primacía del proceso en la concepción de la forma. Pues ¿qué otra cosa, si no, es el famoso enunciado de Sullivan “Form Follows Function”. Y ¿qué otra cosa será la primacía acordada al “programa” como lo que se pro-pone para iniciar un pro-ceso que cesa al alcanzar un cierto estadio?.

Pero este arranque estaba impregnado de formalismo. Y la ruptura con todo lo anterior llevada a cabo por los pioneros del movimiento se apoyó de hecho en un repertorio formal. Los prismas horizontales de Wright, los planos verticales y horizontales de los neoplasticistas holandeses, los elementos que configuraban el repertorio de Le Corbusier; todos estos recursos no eran, como hemos visto con mayor claridad cincuenta años más tarde, la respuesta espontánea a una función sino la respuesta a la necesidad de encontrar un nuevo molde. Y la fuerza de esta motivación subterránea se empezó a desvelar cuando Aldo Rossi recordó la importancia del “tipo” o cuando Colin Rowe publicó, en 1976, “The Mathematics of the Ideal Villa”, entre otras cosas.

El caso es que, tras la consolidación del lenguaje del movimiento moderno y su asimilación por las sociedades occidentales, el racionalismo formal comenzó a ser substituido por la recuperación de la figuración, a caballo de la irrupción del British Pop, de los Venturi, de la substitución del “less is more” por “less is a bore”. Y, como es bien sabido, ante la defunción de los valores simbólicos, el ansia de novedades “significativas” se empezó a mover entre un par de extremos: la recuperación postmoderna de los órdenes clásicos (ahora ya en franca retirada) y las metáforas más o menos gratuitas pero saludadas con alborozo por quienes necesitan que las cosas signifiquen *algo* (¿por qué una puerta tiene que ser como los dientes de una ballena? ¿por qué un hotel al borde del mar tiene que ser como una vela rígida con nubecitas pegadas a los lados? ¿por qué una biblioteca tiene que ser como una serie de libros amontonados al azar?). Con lo que la mínima voluntad de permanencia que parecería íntinseca a la arquitectura ha quedado substituida por la solemnización de la ocurrencia.

Pero, en paralelo, hay una indagación sistemática sobre métodos de generación formal que tiene un interés creciente y que se mueve, precisamente, entre la forma entendida como molde, tipo o arquetipo dado y la forma entendida como proceso, como algo nuevo que emerge de procedimientos que, en algunos casos, tienen un grado notable de autonomía.

7. Los métodos que revisaré a continuación están basados en técnicas digitales. Pero es importante comprender que las máquinas juegan en esto un papel secundario y que lo que está en juego son los conceptos. Ocurre simplemente que la utilización de métodos recursivos y el análisis de variaciones implicado en estos conceptos pueden desarrollarse con mucha mayor rapidez que si se hicieran “a mano”. Y así, en lugar de llegar al resultado en días o meses llegamos al resultado en pocos minutos. Pero esta diferencia es crucial porque permite evaluar las alternativas, proseguir con un trabajo complicado y llegar a una visión general de los problemas. Por esta razón hay que aceptar el hecho de que los medios digitales son algo más que un instrumento.

Hasta ahora, en el mundo de la arquitectura, estos medios se han aplicado casi exclusivamente a la transformación de estructuras de datos *dadas*: a proyectos ya concebidos. Desde este punto de vista son poco más que una versión mecánica de los dibujos y las maquetas. Pero hay otros métodos que han surgido en los últimos 40 años y que implican la puesta en marcha de procesos que se pueden clasificar por su menor o mayor grado de autonomía con respecto al proyecto concebido. Distinguiré en lo que sigue, tres vías principales: los métodos de diseño paramétrico, las gramáticas de forma y los métodos evolutivos.

Los métodos de diseño paramétrico parten de tipos, elementos o familias sobre los que se establecen diferentes variables dimensionales, relaciones restringidas sobre las variables y restricciones de índole general. Eran una relativa rareza hace diez años (10) pero se están extendiendo cada vez más a medida que los despachos, principalmente anglosajones, van asimilando las enormes ventajas que implican desde el punto de vista de la eficiencia y de la minimización de errores. Pero aún cuando permiten una exploración más sistemática de las alternativas, la forma dada por el tipo sigue siendo predominante.

Los métodos propios de lo que se denomina “gramáticas de forma (*shape grammars*) generan nuevas formas, a partir de primitivas dadas, por medio de reglas de combinación. Las reglas buscan implantar una sintaxis específica, un lenguaje propio de un estilo, como lo prueban los bien conocidos trabajos de Stiny, Mitchell o Fleming en los que se generan docenas de variantes de villas Palladianas, casas de la pradera a la manera de Wright o edificios neoplasticistas (10). Pero, de modo similar aunque más sofisticado que en el caso anterior, y sin negar su enorme interés (pese a lo poco conocidas que son por estas latitudes) desde el punto de vista teórico y práctico, no dejan de ser en el fondo análisis combinatorios que parten de estilos y repertorios formales dados. Hay que destacar de todos modos que la gran importancia de estos dos primeros métodos está, entre otras cosas, en que favorecen la exploración de alternativas y una evaluación *compartida* del proyecto en todas sus fases.

Los métodos evolutivos pueden subclasificarse en tres vías principales que vienen a coincidir con las principales líneas de investigación actuales en Inteligencia Artificial: redes neuronales, autómatas celulares y algoritmos genéticos.

Las redes neuronales se propusieron por primera vez en 1943 por Warren McCulloch y Walter Pitt como un sistema capaz de aprender y evolucionar, inspirado en las redes nerviosas de los animales. La primera aplicación concreta fue el Perceptron, de Frank Rosenblatt, en 1957 a la que siguió otra aplicación, Adaline, desarrollada por sus discípulos. Tras un trabajo sobre este mismo tema de Marvin Minsky, en 1969, perdió interés porque, tal como se demostró en dicho trabajo su linealidad las hacía excesivamente limitadas para aplicaciones prácticas. Pero han resurgido con fuerza en los últimos años, tras importantes refundaciones teóricas, y se aplican a un gran número de campos, principalmente en el reconocimiento y clasificación de patrones y también

en planeamiento y en el control y la optimización de procesos. El principal interés de estos sistemas está en su capacidad de aprendizaje, su capacidad de autoorganización y su flexibilidad. Esto los hace particularmente adecuados para la resolución de problemas que no pueden formularse con suficiente claridad y se han utilizado con éxito en varios campos, sólo o en combinación con algoritmos genéticos.

Los autómatas celulares derivan de ideas iniciales debidas a John Von Neumann y Stanislaw Ulam, en los Alamos, en la década de los 1940. Una de sus primeras y más famosas aplicaciones fue el “Game of Life”, desarrollado por John H. Conway un matemático que trabajaba en Cambridge, en 1968. Los trabajos de Stephen Wolfram, entre otros, a partir de la década de los 1980, proporcionaron una base teórica sistemática que dio lugar a diversas aplicaciones, tanto por si mismas como en combinación con algoritmos genéticos o como variantes de redes neuronales. También constituyen la base principal de los trabajos agrupados bajo la denominación “Vida Artificial” a partir del congreso organizado por Christopher Langton en 1987, en Los Alamos. Los autómatas celulares se crean a partir de una teselación homogénea (2D, 3D o dimensiones superiores) que proporciona reglas de vecindad precisas y a la que se aplica reglas de evolución, de tal modo que las células puedan pasar por diferentes estados. En arquitectura sus aplicaciones por ahora son muy limitadas y sólo tengo noticias de alguna aplicación a la descomposición en elementos finitos en el cálculo de estructuras, además de las que mencionaré más abajo debidas a Fraser.

Los algoritmos genéticos o, en general, lo que se denomina programación evolutiva, surgieron lentamente a partir de los trabajos de John Holland, publicados en 1975. Como el propio autor destaca en el prefacio a la reedición de 1992 (11), su importancia se fue reconociendo a medida que la creciente capacidad de procesamiento en paralelo facilitaba la puesta en práctica del método y a medida que el estudio de los sistemas complejos adaptativos fue adquiriendo una importancia creciente. Los algoritmos genéticos simulan una evolución acelerada, por medio de cruces y mutaciones de un estado previo orientada por una función adaptativa, de tal modo que permiten la resolución aproximada de problemas, propios de sistemas no lineales, irresolubles por otros métodos. Pueden considerarse por consiguiente, a diferencia de lo que cierta literatura divulgativa no demasiado seria puede hacer creer, como un método estrictamente técnico de optimización, es decir, de solución suficiente de problemas importantes que no son tratables de otro modo. Pero da la casualidad de que el diseño es precisamente una de estas áreas en que se ha comenzado a aplicar con creciente éxito.

Aunque la aplicación de técnicas digitales avanzadas a la arquitectura es más conocida por algunos nombres de notable proyección mediática, como Marcos Novak (n. 1957) o Greg Lynn (n. 1964), lo cierto es que las aportaciones substanciales vienen de otros nombres menos conocidos. El reciente libro editado por Kolarevic (12) incluye la colaboración de algunos de los más interesantes, como Robert Aish (director de investigación de Bentley Systems), Mark Burry, Bernard Cache, Jim Glymph (socio de Frank Gehry), Mark Goulthorpe, Chris Luebke (director de la división de investigación y desarrollo de Arup), Brendan MacFarlane, Jon, H. Pittman (vicepresidente de la división de Edificación de Autodesk), Hugh Whitehead (director del Specialist Modelling Group de Foster), incluyendo nombres más veteranos como Chris Yessios o William Mitchell. Pero quisiera terminar con una referencia más amplia a un arquitecto poco conocido pero que ha sido uno de los principales pioneros. John Frazer, trabajó principalmente en la Architectural Association de Londres y en la actualidad es coordinador del Gehry Technologies, Digital Practice Ecosystems y desde 2006 profesor en Australia. Está casado con Julia Frazer, también arquitecta y ambos colaboraron con Cedric Price en el Generator Project (1980). Ha escrito más de 200



*papers* pero su publicación más conocida es *Evolutionary Architecture* (13). En este texto hace un repaso de sus contribuciones a esta línea de investigación, desde sus primeros trabajos, que se remontan a 1966 y que ya planteaban la posibilidad de desarrollar proyectos arquitectónicos a partir de procesos con un alto grado de autonomía. En sus trabajos posteriores utiliza alguna de las técnicas que he mencionado, principalmente autómatas celulares y algoritmos genéticos, con la finalidad explícita de utilizar el ordenador no como “una ayuda” para el diseño sino “como un acelerador de la evolución y una fuerza generativa” (13, p 10).

Una descripción completa de estos métodos no tiene cabida ni sentido en este artículo. Pero la idea principal que quiero destacar, para terminar, lo realmente interesante, es que los arquitectos y diseñadores sienten, o sentimos, un terror ante la posibilidad **de que un diseño se genere**, de que la forma final surja de un modo imprevisible. Algo que tiene mucho en común con el terror que siente algunos fervorosos creyentes ante la posibilidad de que, tal como argumentan muchos científicos de primera fila (pero no, desde luego, todos) el universo, la propia vida, sea el resultado de una evolución azarosa. Todo lo que nos rodea son artefactos complejos, edificios sofisticados, aparatos electrodomésticos, obras de arte que son el resultado de un plan y que asociamos a menudo a un nombre propio, sea el de un autor individual sea el de una marca que implica un equipo coordinado de diseñadores.

Pero las ciudades medievales, los pueblos que aún perviven en las costas del mediterráneo, no puede decirse que fueran “diseñados”, utilizando esta palabra del mismo modo que la usamos para hablar de un edificio de Frank Gehry o de una cafetera Nespresso. La puesta en marcha de procesos relativamente controlados, con una participación suficientemente amplia de usuarios y profesionales diversos, **que ponga en crisis la idea de autor único**, es una idea atractiva y que puede resultar novedosa, pero que entronca directamente con una tradición antiquísima.

Que los procesos que la atraviesan son parte esencial de eso que llamamos arquitectura, es una verdad incontestable. Que estos procesos reciben menos atención de lo que deberían en un sistema de enseñanza dominado por estereotipos, es otra verdad que debería preocuparnos. Que en el campo específico de nuestra disciplina ha surgido una vía estimulante que está dando lugar a trabajos de enorme interés y que pueden contribuir a una profunda renovación de la arquitectura es otra verdad que debería alegrarnos y animarnos a participar con entusiasmo. Pero sin perder de vista que sólo el juicio crítico, bien formado, puede ayudar a distinguir lo valioso de la simple confusión formal. Y que el signo de los tiempos puede estar empujándonos con fuerza en una determinada dirección.

## Referencias

- (1) Ver Jacob, F. 1970. Trad. Esp.: *La lógica de lo viviente*. Barcelona, Tusquets, 1999. Ed. Orig.: *La logique du vivant. Une histoire de l'hérédité*. París, Gallimard. Las páginas indicadas lo son de la edición española de 1999.
- (2) Citado en Todorov, T. 1977. *Theories du symbole*. París, Editions du Seuil, 1977. Trad. esp.: *Teorías del Símbolo*. Caracas, Monte Avila, 1981. Las páginas indicadas lo son de la edición española de 1981.
- (3) Prigogine, I. *Las leyes del caos*. Barcelona, Crítica, 1997. Aparecido originalmente en italiano, en 1993 (Laterza) como resumen de dos conferencias dadas en Milán en 1992.
- (4) Ver también, de otro premio Nobel y excelente divulgador, Murray Gell-Mann, *El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y en lo complejo*. Barcelona, Tusquets, 1995 (ed original, 1994). Algunos de las principales contribuciones a la ciencia de la complejidad se deben, además de Prigogine o Gell-Mann, a Brian Goodwin, Stuart Kauffman, Chris Langton, Tom Ray o Per Bak. El libro de Roger Lewin, *Complejidad. El caos como generador del orden*. Barcelona, Tusquets, 1995 (ed. original de 1992) es una buena introducción a este tema que incluye entrevistas a los científicos citados.

- (5) Lippard, L. *Six Years: The Dematerialization of the Art Object from 1966 to 1972*. Berkeley, University of California Press, 1997.
- (6) Morris, R. 1966-1969. "Notes on Sculpture". Cuatro artículos publicados en Artforum entre 1966 y 1969. Recopilados en *Continuous project altered daily : the writings of Robert Morris*. Cambridge, Mass, MIT Press, 1993. El artículo "Anti-Form" se publicó en Artforum, abril de 1968, pp 33-35 y el contenido es similar al cuarto artículo de "Notes on sculpture".
- (7) Ver Tomkins, C. 1996. *Duchamp*. Barcelona, Anagrama, 1999. Ed or. 1996, New York.
- (8) Para una discusión más elaborada sobre este tema ver Dickie, G. 1997. *El círculo del arte. Una teoría del arte*. Barcelona, Paidós, 2005. Ed.orig. *The Art Circle: A Theory of Art*. Chicago, 1997.
- (9) Sudjic, D. 2005. *La arquitectura del poder*. Barcelona, Ariel, 2007. Ed.orig.: *The Edifice Complex: How the Rich and Powerful-and the Architects-Shape the World*. 2005.
- (10) Puede encontrarse en un resumen de los métodos básicos de diseño paramétrico en Monedero, J. "Parametric design: a review and some experiences". *Automation in construction*. Elsevier, Holanda, 2000, pp 369-377. Una introducción a las grámaticas de forma con referencias bibliográficas a los trabajos principales en este campo también puede encontrarse en Monedero, J. "Friedrich Froebel y las grámaticas de forma". EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Valencia, 2005, nº 10, pp 64-73.
- (11) Holland, J.H. 1995. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. 2nd edition. MIT Press. 1992. Ed original 1975.
- (12) Kolarevic, B.(ed.). *Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing*. New York, Taylor and Francis, 2003.
- (13) Frazer, J. *Evolutionary Architecture* (Londres, AA, 1995).