

Deleuze y el uso del algoritmo genético en arquitectura

Manuel DeLanda

2002

La simulación informática de procesos evolutivos ya es una técnica bien arraigada en el estudio de dinámicas biológicas. Uno puede dar rienda suelta a una población de plantas o animales virtuales en un entorno digital y realizar un seguimiento de cómo esas criaturas unen sus materiales genéticos virtuales hasta su reproducción. La dificultad consiste en definir la relación entre los genes virtuales y los rasgos físicos que generan. El resto de tareas —el seguimiento de quién se relaciona con quién, la asignación de valores de aptitud a cada nueva forma, la determinación de cómo un gen se transmite a través de una población de varias generaciones— las realizan automáticamente unos programas de ordenador conocidos como “algoritmos genéticos”. El estudio de las propiedades formales y funcionales de este tipo de *software* se ha convertido ya en una disciplina en sí misma, bastante independiente de las aplicaciones en investigación biológica que pueden tener esas simulaciones. En el presente ensayo no trataré de los aspectos informáticos de los algoritmos genéticos ni de su uso en biología, sino que me centraré en las aplicaciones que estas técnicas pueden tener como ayudas del diseño artístico.

En cierto sentido, las simulaciones evolutivas sustituyen al diseño, puesto que los artistas pueden utilizar este *software* para generar formas nuevas en lugar de simplemente diseñarlas. No obstante, como explicaré más adelante, quedará una parte del proceso en la que el diseño consciente será todavía un componente crucial. Puesto que el propio *software* es relativamente bien conocido y es de fácil acceso, los usuarios pueden tener la impresión de que generar formas nuevas se ha con-

DeLanda, Manuel, “Deleuze and the use of the genetic algorithm in architecture”, en *Architectural Design*, vol. 72, 1, John Wiley & Sons, Nueva York, 2002, págs. 9-12. Reproducido con autorización de John Wiley & Sons Ltd.

vertido en algo rutinario. Sin embargo, también debe señalarse que el espacio de los posibles diseños en que el algoritmo funcione debe ser lo suficientemente rico como para que los resultados evolutivos resulten verdaderamente excepcionales. Como ayuda al diseño, esas técnicas serían más bien inútiles si el diseñador pudiera predecir fácilmente las formas que se van a obtener.

Los algoritmos genéticos sólo servirán como instrumentos de visualización útiles si la evolución virtual puede utilizarse para explorar un espacio en el que al diseñador le resulte imposible considerar todas las configuraciones potenciales de antemano, y sólo si lo que se obtiene resulta chocante, o al menos sorprendente. En la labor de diseñar espacios fértiles de investigación, algunas ideas filosóficas, como las que traza Gilles Deleuze, desempeñan un papel crucial. Diría que el uso productivo de los algoritmos genéticos necesita el despliegue de tres formas de pensamiento filosófico: poblacional, intensivo y topológico. Deleuze no las inventó, pero sí las reunió por primera vez, e hizo de ellas la base de un nuevo concepto en la génesis de la forma.

Para utilizar algoritmos genéticos, debe conocerse previamente un campo particular del arte que resuelve el problema de la representación del producto final en términos del proceso que lo generó. A continuación debe averiguarse cómo representar ese mismo proceso como secuencia de operaciones bien definida. Es esta secuencia o, mejor dicho, el código informático que la especifica, lo que se convierte en el “material genético” del objeto en cuestión. El problema puede simplificarse con la utilización del diseño asistido por ordenador, dado que el modelo en CAD de una estructura arquitectónica ya viene definido por una serie de operaciones. Por ejemplo, un pilar redondo se produce mediante las siguientes instrucciones.

1. Dibujar una línea que defina el perfil del pilar.
2. Hacer girar esa línea para generar una superficie de revolución.
3. Ejercer unas “substracciones booleanas” para esculpir detalles en el cuerpo de la columna.

Algunos paquetes de *software* almacenan esta secuencia y pueden incluso poner a disposición del usuario el código informático que le co-

rresponde. En ese caso, el propio código se convierte en el “ADN virtual” del pilar (se procede de manera similar para crear todos los elementos estructurales y ornamentales del edificio).

Para entender el paso siguiente del proceso, es necesario entender los principios básicos del “pensamiento poblacional”, un método de razonamiento utilizado en 1930 por los biólogos que sintetizaron las teorías de Charles Darwin y Georg Mendel, creando a partir de ellos la versión moderna de la teoría evolutiva. Se trata de un método de pensamiento que puede resumirse en la breve frase: “No pensar nunca en términos de Adán y Eva, sino en términos de comunidades reproductivas mayores”; es decir que, aunque toda forma evolucionada procede de organismos individuales, la población, y no el individuo, es la matriz de producción de la forma. La arquitectura de cualquier planta o animal evoluciona lentamente a medida que los genes se propagan en una población —a ritmos diferentes y en distintos momentos—, de modo que se sintetiza lentamente una nueva forma en el seno de la gran comunidad reproductiva.¹ La lección para el diseño informático es simplemente que, una vez establecidas las relaciones entre los genes virtuales y los rasgos corpóreos virtuales de un edificio en CAD, como se indicaba anteriormente, una población entera —y no sólo “una pareja”— de tales edificios deben ver la luz en el ordenador. El arquitecto debería añadir puntos en los que las mutaciones espontáneas puedan ocurrir a la secuencia de operaciones de CAD. En el caso de un pilar, por ejemplo, se deberían tener en cuenta las proporciones relativas de la línea inicial, el centro de rotación y la forma en que se realizan las substracciones booleanas y permitir a esas instrucciones mutantes que se propaguen e interactúen colectivamente a lo largo de varias generaciones.

Al pensamiento poblacional, Deleuze añade otro estilo cognitivo, el “pensamiento intensivo”, que, en su forma presente, se deriva de la termodinámica, pero tiene raíces tan lejanas como las de la filosofía tardomedieval. La definición moderna de una cantidad intensiva se vuelve clara cuando se contrasta con su opuesta, la cantidad extensiva, que incluye magnitudes tan familiares como longitud, superficie y volumen. Éstas aparecen definidas como magnitudes que pueden subdividirse espacialmente; es decir, que un volumen de agua dividido por dos, produce

dos medios volúmenes de agua. Por otro lado, el término “intensivo” se refiere a cantidades como las de la temperatura, la presión o la velocidad, que no pueden subdividirse como tales; es decir, que dos mitades de un volumen de agua a 90° no se convierten en dos medios volúmenes a 45°, sino en dos medios volúmenes a los 90° originales. Aunque para Deleuze esa falta de divisibilidad es importante, también hace hincapié en otro rasgo de las cantidades intensivas: una diferencia de intensidad, que tiende espontáneamente a apagarse y, en el proceso, reconduce los flujos de materia y energía. En otras palabras, las diferencias de intensidad son diferencias productivas, puesto que dirigen procesos en los que se produce una diversidad de formas reales.² Por ejemplo, el proceso de embriogénesis que produce un cuerpo humano de un óvulo fertilizado es un proceso dirigido por diferencias de intensidad (diferencias de concentración química, de densidad o de tensión superficial).

¿Qué significa eso para el arquitecto? Significa que, a menos que uno lleve a un modelo de CAD los elementos intensivos de la ingeniería estructural, básicamente la distribución de esfuerzos, un edificio virtual no evolucionará como edificio. En otras palabras, si el pilar anteriormente descrito no está vinculado al resto del edificio como un elemento sustentador de cargas, en la tercera o cuarta generación, ese pilar podrá aparecer situado de tal manera que no sea capaz ejercer su función de transmitir las cargas de compresión. El único modo de asegurar que los elementos estructurales no pierdan su función y, por tanto, de que el edificio no pierda su viabilidad como estructura estable, es intentar representar la distribución de esfuerzos. Uno debe mostrar qué tipos de concentraciones pueden poner en peligro la integridad de la estructura durante el proceso que traduce genes virtuales a cuerpos. Por ejemplo, en el caso de los organismos reales, si un embrión en desarrollo se torna estructuralmente inviable, ni siquiera llegará a la edad reproductiva en que estaría sujeto al proceso de selección natural. Se lo omite antes. Un proceso similar debería simularse en el ordenador para asegurar que los productos de la evolución virtual sean viables en términos de ingeniería estructural antes de ser susceptibles de selección por el diseñador en términos de “capacidad estética”.

Asumamos ahora que se han satisfecho ya dichos requerimientos, tal vez por un arquitecto pirata que tome un *software* existente (un paquete

de CAD y otro de ingeniería estructural) y escriba un código que los una. Si alguien quisiera ahora ponerse a utilizar la evolución virtual como instrumento de diseño, podría decepcionarse por el hecho de que el único papel que le queda al ser humano es el juicio estético. El papel del diseñador se ha transformado (algunos dirían degradado) en el equivalente a un criador de caballos de carreras. Queda, claramente, un componente artístico, pero apenas nada de la creatividad que uno identificaría con el desarrollo de un estilo artístico personal. Aunque los eslóganes actuales sobre la “muerte del autor” y las actitudes contra la “visión romántica del genio” están muy en boga, espero que se trate de una fase pasajera y que las cuestiones del estilo personal vuelvan a cobrar relevancia. ¿Estarán esos autores satisfechos con el papel de criadores de formas virtuales? No es que hasta ahora el proceso haya sido en modo alguno rutinario. Después de todo, el modelo de CAD original debe dotarse de puntos de mutación en los lugares justos, lo que implica decisiones de diseño y mucha creatividad para vincular los elementos ornamentales y estructurales de manera apropiada. En cualquier caso, todo esto queda lejos de los procesos de diseño en que se desarrolla un estilo único.

No obstante, existe otra parte del proceso en la que las cuestiones estilísticas siguen siendo cruciales, aunque en un sentido diferente al del diseño común. Explicar esto implica traer a colación el tercer elemento de la filosofía de Deleuze sobre la génesis de la forma: el pensamiento topológico. Una forma de introducir esta manera de pensar es contrastar los resultados obtenidos por los artistas mediante el algoritmo genético con aquellos obtenidos por la evolución biológica. Cuando uno observa los logros artísticos, lo más sorprendente es que, una vez generadas algunas formas interesantes, los procesos evolutivos parecen agotar sus posibilidades. Siguen apareciendo nuevas formas, pero resultan demasiado parecidas a las originales, como si el espacio posible para el diseño, un espacio explorado por el proceso, se agotara.³ Eso contrasta con la increíble productividad combinatoria de formas naturales, como los miles de “diseños” arquitectónicos originales que exhiben los cuerpos de los vertebrados o los insectos. Aunque los biólogos no tienen una explicación concluyente para ese hecho, una posible aproximación a la cuestión podría darse a través de la noción de un “plan corporal”.

Como vertebrados, la arquitectura de nuestros cuerpos (que combina huesos que absorben las cargas a compresión y músculos que trabajan a tracción) nos convierte en parte de la Phylum Cordata. El término *phylum* se refiere a una rama del árbol de la evolución (la primera bifurcación tras los “reinos” animal y vegetal), pero también conlleva la idea de un plan corporal compartido; hace referencia a un “vertebrado abstracto” que, si se dobla y enrolla en secuencias particulares durante la embriogénesis, da paso a un elefante que, retorcido y estirado en otra secuencia, produce una jirafa y que, en otra secuencia de operaciones intensivas, da pie a serpientes, águilas, tiburones y humanos. Para decirlo de otro modo, existen elementos de diseño del “vertebrado abstracto”, como los tetrápodos, que pueden verse realizados en estructuras tan diferentes como la pezuña del caballo, el ala de un pájaro o la mano con pulgar opuesto de un humano. Dado que la proporción de esos miembros, así como el número y forma de sus dedos, es variable, su plan corporal común no puede incluir ninguno de esos detalles. En otras palabras, la forma del producto final —un caballo, un pájaro o un humano reales— contiene longitudes, áreas y volúmenes específicos. No obstante, el plan corporal no puede verse definido en esos términos y debe ser lo bastante abstracto para resultar compatible con muchas combinaciones distintas de esas cantidades extensivas. Deleuze utiliza los términos “diagrama abstracto” o “multiplicidad virtual” para referirse a las entidades comunes del plan corporal de los vertebrados, pero su concepto incluye también los planes corporales de entidades inorgánicas como las nubes o las montañas.⁴

¿Qué tipo de recursos teóricos necesitamos para analizar esos diagramas abstractos? En matemáticas, los espacios en los cuales términos como “longitud” o “superficie” constituyen nociones fundamentales se denominan “espacios métricos”. La conocida geometría euclidiana es un ejemplo de este tipo de espacios, teniendo en cuenta que las geometrías no euclidianas, que utilizan espacios curvos en lugar de planos, son también métricas. Por otro lado, existen geometrías en que esas nociones no son básicas, puesto que procesan operaciones que no preservan longitudes o áreas. Los arquitectos están familiarizados con, al menos, una de ellas, la geometría proyectiva, cuando la usan para proyecciones

perspectivas. En ese caso, la operación de “proyección” puede extender o reducir longitudes y áreas, de manera que éstas no son ya las nociones básicas. En cambio, las propiedades que quedan fijadas bajo la proyección pueden no verse preservadas en otras formas de geometría, como la geometría diferencial o la topología. Las operaciones permitidas por esta última, como la de estirarse sin romperse y doblarse sin pegarse, sólo preservan una serie de propiedades invariables abstractas. Esas invariantes topológicas —como la dimensionalidad de un espacio o su conectividad— son precisamente los elementos que necesitamos para empezar a pensar sobre planes corporales o, de manera más general, diagramas abstractos. Está claro que el tipo de estructura espacial que define un plan corporal no puede ser métrico, puesto que las operaciones embriológicas pueden producir una gran variedad de cuerpos acabados, cada uno con su estructura métrica diferente. Por ello, los planes corporales deben ser topológicos.

Volviendo al algoritmo genético, si las estructuras arquitectónicas evolucionadas deben disfrutar del mismo grado de productividad combinatoria que las biológicas, tendrán también que empezar con el diagrama adecuado, un “edificio abstracto” equivalente al “vertebrado abstracto”. Y, llegados a este punto, el papel del diseñador va más allá del de “criador”, con artistas diferentes diseñando diagramas topológicos diferentes con su firma personal. En cualquier caso, el proceso de diseño diferirá bastante del tradicional que opera con espacios métricos. De hecho, es demasiado pronto para decir con precisión qué tipo de metodología de diseño será necesaria cuando uno no pueda utilizar longitudes o incluso proporciones fijas como elementos estéticos, sino apoyarse en puras conectividades (y otras invariantes topológicas). Sin embargo, está claro que sin ello el espacio de posibilidades en que la evolución virtual busca a ciegas resultaría demasiado pobre para su utilización. De este modo, los arquitectos que quieran utilizar el nuevo instrumento de los algoritmos genéticos deberán no sólo convertirse en piratas informáticos (para poder crear el código necesario que reúna aspectos extensivos e intensivos), sino también ser capaces de “piratear” la biología, la termodinámica, las matemáticas y otras áreas de la ciencia para explotar todos los recursos necesarios. Por fascinante que pueda ser la

idea de “criar” edificios dentro de un ordenador, está claro que la simple tecnología digital sin el pensamiento poblacional, intensivo y topológico, nunca será suficiente.

¹ “Por un lado [...], las formas no preexisten a esa población elemental, son más bien resultados estadísticos: la población se distribuirá tanto mejor en el medio, se lo repartirá tanto más en la medida en que adquirirá formas divergentes, en la medida en que su multiplicidad se dividirá en multiplicidades de distinta naturaleza [...]. Por otro lado, al mismo tiempo y bajo las mismas condiciones, los grados no son de desarrollo o de perfección existentes [...], sino esas relaciones y coeficientes diferenciales tales como presión de selección, acción de catalizador, velocidad de propagación, tasa de crecimiento, de evolución, de mutación, etc. [...]. Las dos conquistas fundamentales del darwinismo van en el sentido de una ciencia de multiplicidades: la sustitución de los tipos por poblaciones, y la de los grados por las tasas o relaciones diferenciales”, Deleuze, Gilles y Guattari, Félix, *Mil plateaux: capitalismo et schizophrénie*, Éditions de Minuit, París, 1980 (versión castellana: *Mil mesetas: capitalismo y esquizofrenia*, Editorial Pre-Textos, Valencia, 2000⁴, pág. 55).

² “Diferencia no es diversidad. La diversidad viene dada, pero la diferencia es aquello por lo que lo dado es dado [...]. La diferencia no es un fenómeno sino el nómeno más cercano al fenómeno [...]. Cada fenómeno se refiere a una desigualdad por la que viene condicionado. Todo lo que ocurre y todo lo que aparece está correlacionado con órdenes de diferencias: diferencias de nivel, temperatura, presión, potencial, diferencias de intensidad”, Deleuze, Gilles, *Différence et répétition*, Presses Universitaires de France, París, 1968 (versión castellana: *Diferencia y repetición*, Amorrurtu, Buenos Aires, 2002).

³ Véase, por ejemplo, Todd, Stephen y Latham, William, *Evolutionary art and computers*, Academic Press, Nueva York, 1992.

⁴ “En sí misma, una máquina abstracta no es más física o corpórea que semiótica, es *diagramática* (ignora tanto más la distinción entre lo natural y lo artificial). Actúa por *materia*, y no por sustancia; por *función*, y no por forma [...]. La máquina abstracta es la pura Función-Materia; el diagrama, independientemente de las formas y de las sustancias, de las expresiones y de los contenidos que va a distribuir”, Deleuze, Gilles y Guattari, Félix, *op. cit.*, pág. 144.