

Materia generativa

Dinámica material y comportamiento colectivo

Jorge Godoy Universidad Católica de Valparaíso, Architectural Association
Daniel Aisenson Universidad de Buenos Aires, Architectural Association

Usualmente la arquitectura se ha acercado a otras disciplinas; antes la música o la sociología, hoy son las ciencias biológicas las que informan buena parte de las nuevas exploraciones. Procesos de programación y simulaciones digitales han facilitado este vínculo, activando la interacción del proyecto con estímulos externos.

La permanente aparición de cruces disciplinares ligados a la producción de conocimiento con respecto a formas de *organización espacial, social o política*, ha creado también nuevos paradigmas relativos a la *organización de la materia*. El siguiente artículo es una reflexión sobre el modo en que estos cruces interdisciplinares y sus desprendimientos cognitivos influyen en la exploración de propiedades dinámicas a nivel de formación estructural, reactividad y responsividad¹. Estos paradigmas, que provienen principalmente desde un hacer científico, actualmente están teniendo repercusiones significativas dentro del campo de la arquitectura. Así, las expansiones desde otros campos del conocimiento como la biología o la ciencia material presentan a los arquitectos modelos alternativos para entender las leyes dinámicas que rigen las relaciones entre múltiples objetos, grupos o sistemas, tanto en el ámbito de formaciones orgánicas como inorgánicas. Modelos abiertos que, podríamos decir en términos generales, sistematizan procesos y definen organizaciones totales mediante la clasificación y relación de las partes. En este contexto, términos como auto organización, inteligencia colectiva, procesos no lineales e incluso vida no orgánica son cada vez más propios de un discurso contemporáneo que se apoya en la colaboración y operación interdisciplinaria.

Teorías como la de la complejidad, basadas en la generación de patrones de organización a partir de interacciones simples entre sus componentes, o la utilización de procesos *bottom up*, que estudian el modo en que interacciones locales son determinantes de comportamientos globales, han proporcionado mecanismos y herramientas para la investigación de elementos tan diversos como células, partículas o agentes sociales desde una mirada sistémica de los fenómenos. De este modo, podemos entender ciertas formaciones grupales en la naturaleza –bandadas de pájaros, cardúmenes de peces, colonias de hormigas y otros– como modelos de comportamiento colectivo determinados por la interacción de agentes individuales dentro de un sistema.

Si tomamos el ejemplo clásico del cardumen, la inteligencia observada en el comportamiento del grupo no es atribuible al cardumen en sí mismo, que como tal no es una forma con voluntad propia ni inteligencia. Sin embargo, es capaz de alterar sus formaciones con el objetivo de evitar los embates de predadores. Este comportamiento que se da a nivel global del grupo es el resultado de la interacción continua y fluida entre cada uno de los peces y sus vecinos.

¿Qué sucede entonces al llevar este tipo de patrones al plano digital? Más aún, ¿se puede suscitar este tipo de comportamiento y reacción a través de un computador? Efectivamente, podemos afirmar que ciertos modelos de comportamiento colectivo explorados por la ciencia durante décadas también pueden ser generados abstracta y artificialmente a través de programas computacionales simples. Tal es el caso de los autómatas celulares, que por definición son modelos dinámicos expansivos compuestos por unidades discretas (células), que teniendo

Architecture has usually reduced its distance to other disciplines. It used to be music or sociology; today natural sciences lead big part of architectural research, within digital media support. A renewed time dimension allows the project to interact with external agents, through programming and simulation processes.

un número definido de reglas, alcanzan dinámicas reproducibles y trazables basadas en las mismas variables iniciales. En ellos, tales variables se actualizan sincrónicamente pero es imposible predecir el resultado, y cualquier cambio ínfimo en sus reglas presentará una evolución muy diferente en las formaciones resultantes. Tenemos así que la aplicación de relaciones simples, asociada a una repetición masiva y paralela del fenómeno dentro de un determinado espacio de tiempo, es lo que produce y a su vez permite observar *comportamientos emergentes*². De esta manera, se abren una diversidad de campos y escalas en las que estos procesos operan; un repertorio de *organizaciones espaciales* que se van entrecruzando desde las nano-estructuras reconocibles en medios moleculares hasta formaciones vivas reconocibles en el medio ambiente que nos rodea. Dinámicas que, a través de nuevas tecnologías, pueden ser reproducibles como procesos abstractos independizables de los sustratos disciplinares y contextuales de los cuales provengan. Tal como los autómatas celulares presentan reglas definidas, es posible reproducir mediante simulaciones digitales comportamientos como el del cardumen, asignándoles reglas de interacción a cada elemento que lo compone. Así, un fenómeno natural es entendible como un sistema con un comportamiento que puede simularse digitalmente.

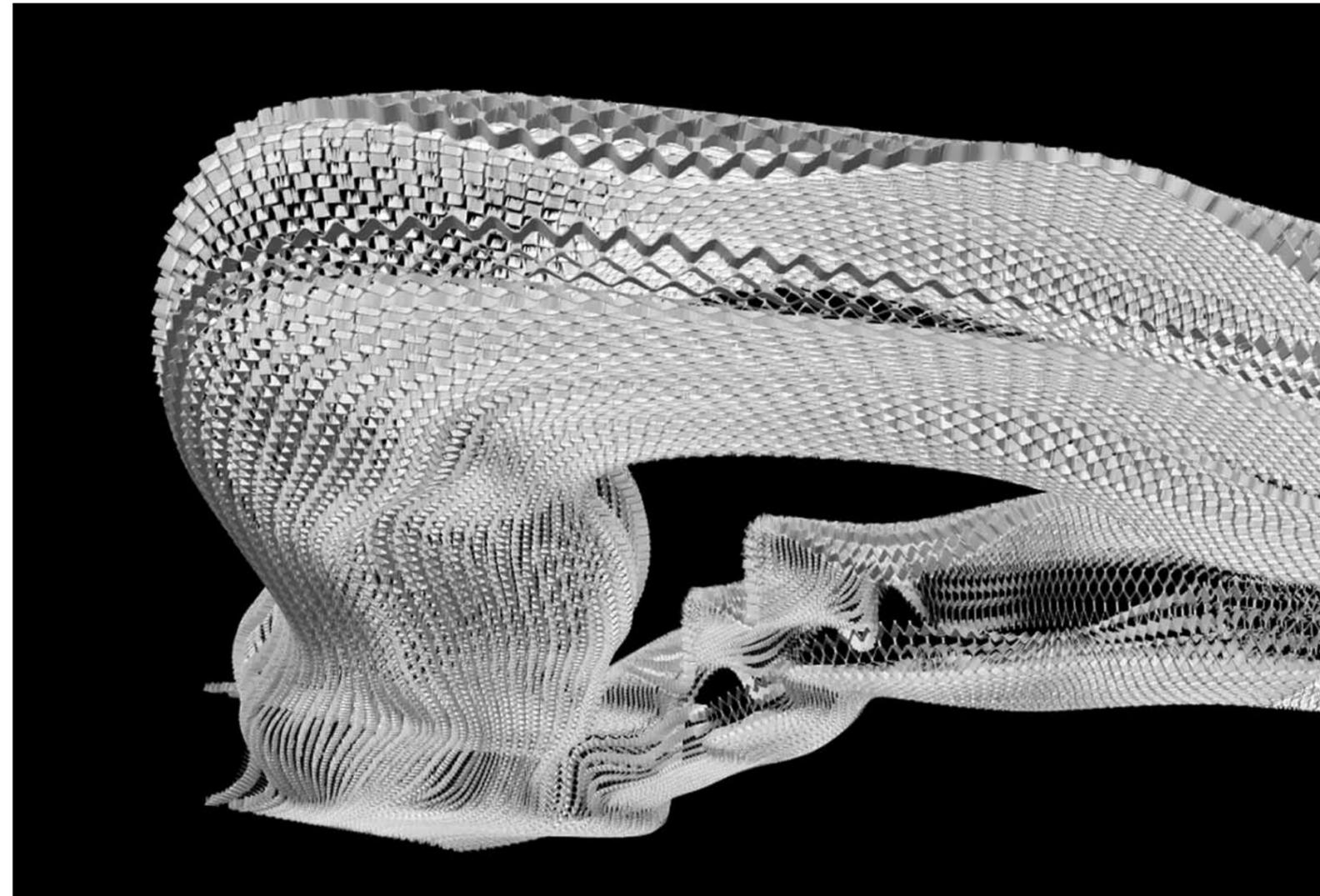
Prototipo | Lo que hemos presentado hasta ahora es una introducción sobre algunos fenómenos de organización colectiva y la relación existente con el mundo digital. A partir de esto y tomando un caso específico de investigación, hablaremos sobre el desarrollo de un proceso generativo y de retroalimentación entre lo virtual y lo físico, ilustrado a través de la relación digital-mecánica de un prototipo material. Nos referiremos entonces a ciertos procesos de evolución y adaptabilidad de estructuras cinéticas propuestas como parte de un proyecto de tesis de magíster en la *Architectural Association* de Londres, en el cual se desarrollan una serie de interiores que denominamos micro ambientes o *space pockets*. A su vez, estos espacios están conformados por superficies reconfigurables distribuidas dentro del terminal 4 del aeropuerto de Heathrow en Londres.

El objetivo de este proyecto es desarrollar una serie de mecanismos diagramáticos capaces de registrar y codificar gráficamente múltiples dinámicas reconocibles en el espacio del aeropuerto: tráfico de pasajeros, frecuencias de aviones, trenes, autos, buses y otros. Entendiendo tales condiciones dinámicas, interpretamos la data del aeropuerto como *pulsos*: un juego de ritmos generados por distintas fuentes y organizados en ciclos que interactúan constantemente. Duraciones, densidades y flujos son así los elementos que informan y provocan transformaciones en las superficies que dan forma a los micro-ambientes.

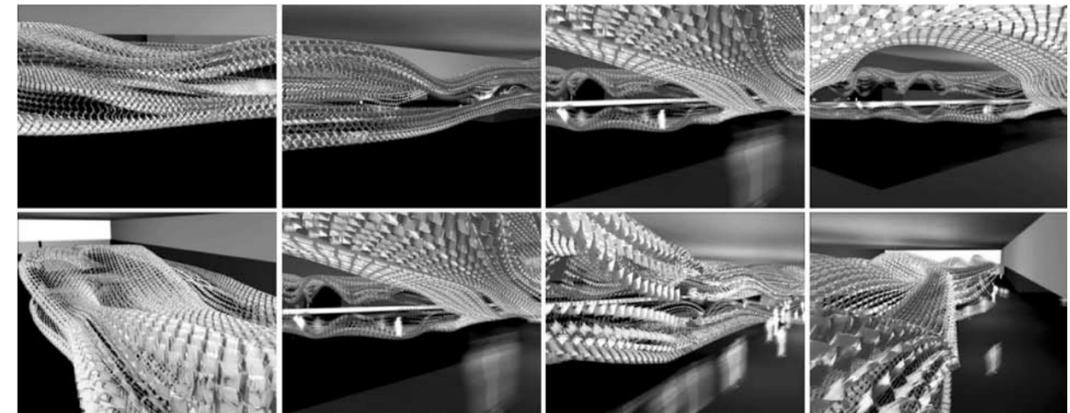
Al tener que interpretar físicamente las lógicas digitales extraídas del aeropuerto, la construcción de este prototipo plantea el problema sobre la reactividad y re-configurabilidad de las superficies cinéticas, y el modo en cómo la información digital se puede traducir en movimien-

¹ Término tomado del inglés *responsive*, que significa respondedor, sensible.

² Un comportamiento emergente aparece cuando un número simple de entidades opera en un medio, produciendo comportamientos complejos en el colectivo.



01

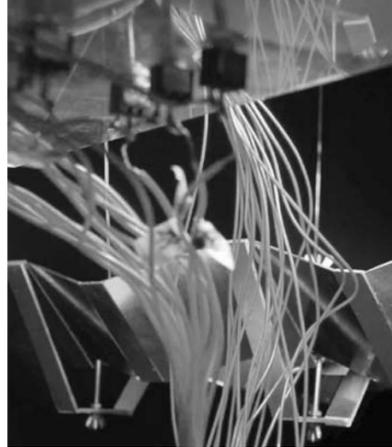


02

01 Formación espacial generada digitalmente
02 Cuadros de animación de micro ambiente



03



04

- 03 Prototipo material construido en aluminio
- 04 Conexiones del prototipo al tablero electrónico
- 05 Autómatas celulares generados digitalmente para el estudio de patrones de organización en el aeropuerto de Heathrow
- 06 Diagramas de redes de flujo generados por los nodos propuestos dentro del terminal
- 07 Modelo en papel construido con cortador láser para estudios de plegabilidad celular
- 08 Secuencias de secciones en papel animadas analógicamente
- 09 Secuencia de secciones animadas digitalmente

tos mecánicos. En otras palabras, la manera en cómo las superficies podrían reaccionar frente a impulsos transmitidos electrónicamente. En este prototipo, llamado *Foldeformer*, el énfasis del diseño está puesto en la producción en serie de una pieza o unidad y en sus conexiones con otras unidades adyacentes. Así, el prototipo opera como un conjunto de unidades plegables que por adición progresiva y transformaciones controladas en sus grados de plegabilidad, es capaz de generar una membrana auto estructurante de formas cambiantes y adaptables. El comportamiento dinámico de este sistema está dado por las afecciones en red de una célula sobre otra, a partir del manejo electrónico de puntos específicos que llamaremos células activas. Estas células posicionadas específicamente entre grupos de células pasivas, son las que generan repercusiones colectivas y expansivas en la totalidad de la superficie, haciendo que la inteligencia y dinámica del sistema esté dada por la proporción entre estas dos familias de células. El prototipo entonces, más que ser el objeto resultante de una investigación, funciona como un modelo de pruebas: una máquina operativa que permite evaluar comportamientos sistémicos, dando cuenta, producto de la interacción de sus piezas, de un proceso *bottom up*. A través de ciclos iterativos se experimentaron múltiples posibilidades de organización de la superficie, en donde la interfase entre información y material actúa retroactivamente en ambas direcciones. Este modelo de trabajo explora un camino formal a priori indeterminable, que nos presenta un escenario de posibilidades basadas en la manipulación de la materia no como algo inerte, si no que, por el contrario, como un organismo capaz de asimilar y procesar información. En palabras de Manuel de Landa, una búsqueda de la forma desde la materia misma y no impuesta desde afuera.

Organizaciones sistémicas y transversalidad | La pregunta es entonces ¿cómo tal escenario de naturaleza científica, toca al actuar arquitectónico y dentro de éste, a los procesos relativos a la organización de la materia? Frente a eso, un nuevo escenario de recursos aparece, en donde el arquitecto en su labor investigativa y profesional puede hacer uso de técnicas y lógicas de operación apoyadas en la generación de procesos emergentes.

Lo que por años ha sido parte de las exploraciones científicas, tal como los autómatas celulares, los algoritmos genéticos, las redes neurológicas y otros, sumado a la aparición y permanente mejoramiento de *softwares*, ha aportado a la disciplina un campo especulativo que, en una primera etapa, alcanzó un fuerte grado de espectacularidad formal, producto de la capacidad de cálculo y ordenación de los computadores.

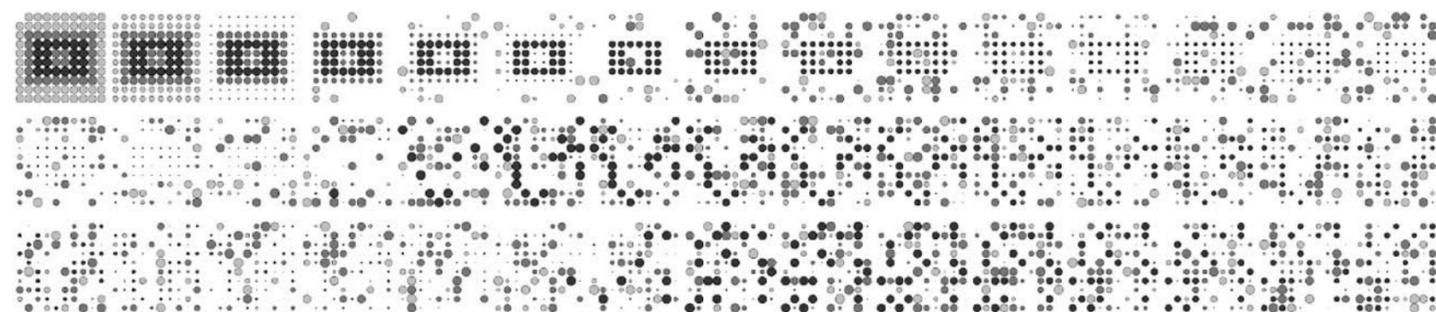
Esto hoy se traduce en una búsqueda de concreción física, es decir, en la construcción de las ideas digitales generando nuevos paradigmas que en sus manifestaciones más extremas tocan la complejidad del diseño de comportamientos materiales. Formas sensibles a diversos estímulos medioambientales, apoyadas en sistemas cinéticos, sensoriales o de comunicación. Citando a Patrick Schumacher: *sistemas de comportamientos complejos*.

Dentro de la agenda académica, en la cual se inscribe nuestra investigación, el modo de tratar con tales complejidades ha sido a través del estudio de los *responsive environments*. Sistemas que tratan sobre el diseño de espacios interactivos por medio de reconfiguraciones en tiempo real. Una dimensión del diseño de espacios habitables que ha permeabilizado a la arquitectura hacia un campo, que como hemos ido dando cuenta en este artículo, hace parte de su proceso creativo metodologías basadas en el reconocimiento de organizaciones sistémicas y sus interacciones. Un pensa-

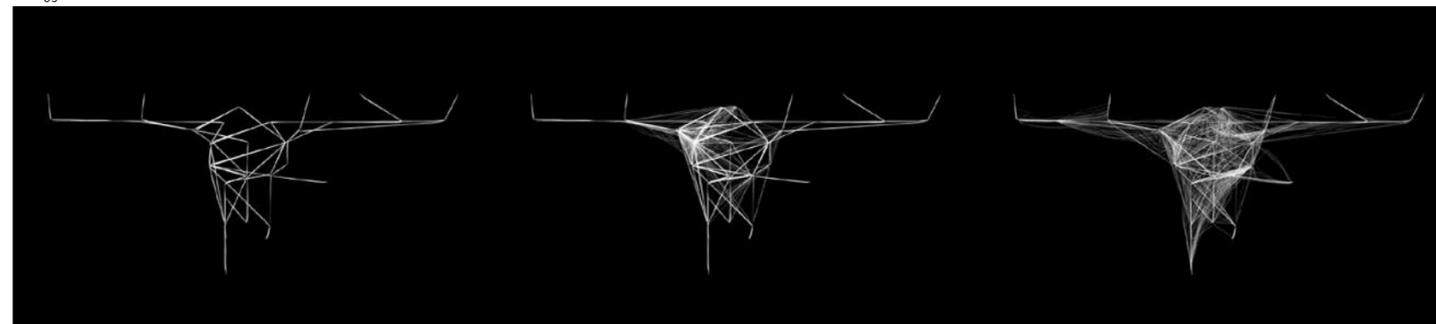
miento que, más allá de estar ligado a un uso intenso de la tecnología, tiene que ver con la integración de nuevos modelos cognitivos y con una comprensión sensible de lo digital.

Si bien este texto ha tratado temas específicos sobre la organización de la materia, se desprende de una mirada transversal en que los fenómenos dinámicos son apreciables en un universo multiescalar, donde propiedades estructurales y de organización son transmisibles o traducibles a través de una diversidad de sistemas. De ahí que autores, como Manuel de Landa o Keith Ansel Pearson, han planteado una visión en que los flujos de materia y energía –ya sean en la interacción de moléculas, criaturas orgánicas o agentes económicos– son capaces de generar orden espontáneo y activamente organizarse en nuevas formas y estructuras. **ARQ**

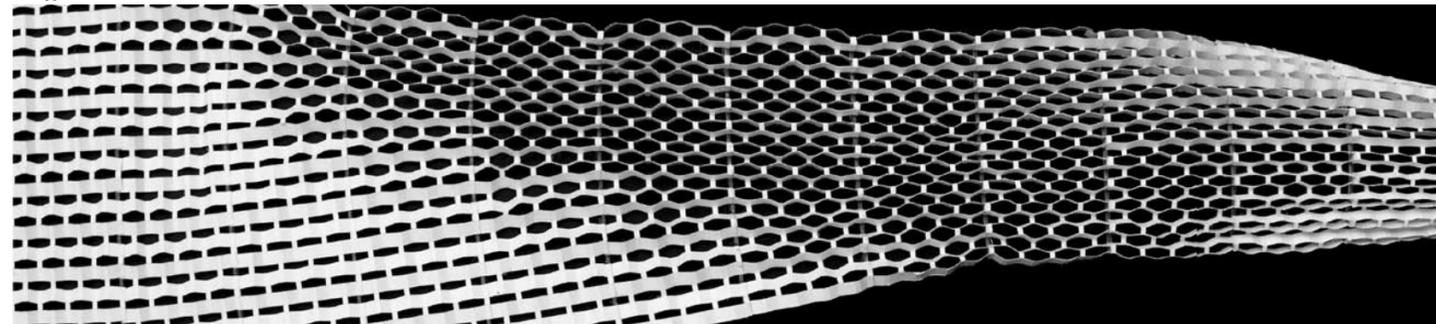
Bibliografía | De Landa, Manuel. *Material complexity*. Ponencia en seminario *Digital Tectonics*, University of Bath, Bath, marzo 2002. | Kelly, Kevin. *Out of Control: the new biology of machines, social systems and the economic world*. Perseus Books, Nueva York, 1995. | Leach, Neal (ed.). *Digital tectonics*. Wiley Academy Press, Hoboken, 2004. | Pearson, Keith Ansell. *Vivoid life: Perspectives on Nietzsche and the transhuman condition*. Routledge, Nueva York, 1997. | Schumacher, Patrick. *Writings on responsiveness, from drawing to scripting*. Theorizing Architecture, Londres, 2004. | Von der Becke, Carlos. *Glosario, Behavioral and Brain Science*, Cambridge University Press, 1999. <http://www.bbsonline.org/Preprints/OldArchive/>



05



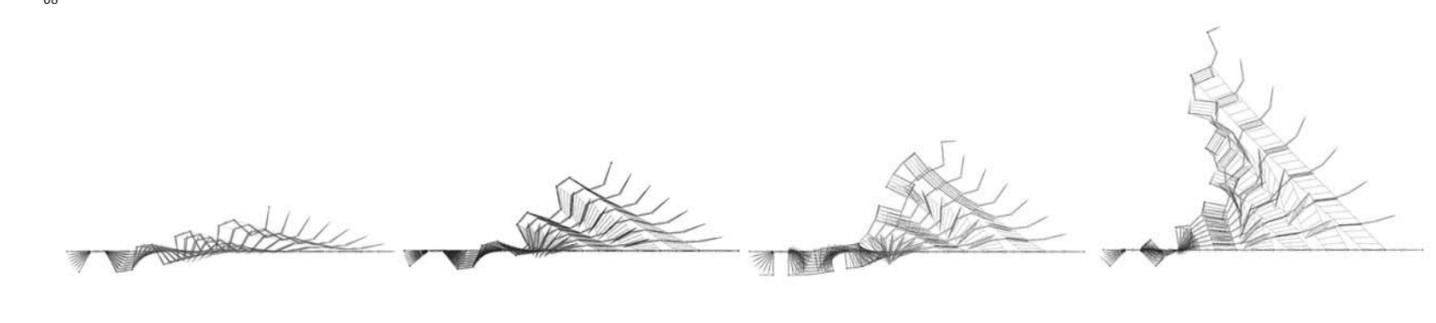
06



07



08



09