

DEL FRACTAL AL PLIEGE:

Aproximaciones a una Geometría de la Arquitectura.

LUIS VARAS ARRIAZA

«Mi idea es que hay que encontrar una morfología que dé cuenta del proceso del pensamiento; saber qué pasa cuando uno piensa».

Roberto Matta

Este artículo tiene como finalidad mostrar tres aproximaciones actuales a los fundamentos geométricos de la arquitectura. Lo que tienen en común es que están referidos a la geometría estructurante de la forma y no, como hasta ahora ha sido el caso, a relaciones geométricas de fachadas, proporciones, escala, etc. Es decir, no se trata de una geometría de la composición sino de una de la estructuración.

Lo curioso es que, esto que implica un cambio profundo en los fundamentos, no recurre a la geometría euclidiana como hasta ahora había sido tradición, sino a formas absolutamente nuevas: **la topología, los fractales y el pliege**.

En general, las escuelas de arquitectura están enseñando topología desde hace unos venticinco años, sin que nadie sepa con exactitud para qué les sirve a los estudiantes el contacto con esta disciplina.

La comprensión real y profunda de la arquitectura que se está desarrollando hoy en día y de sus lenguajes requiere de una cabal comprensión de los principios que regulan la forma. Estos, como en todas las épocas, están engarzados con una geometría. Lo importante es que, en la ac-

tualidad, hay una experimentación que penetra más profundamente en la estructura misma de la forma arquitectónica.

Cada uno de los tres casos, tiene un matiz diferente. En el primero, referido a la geometría fractal, los arquitectos estudiados no son conscientes de la geometría que caracteriza su trabajo. Nada liga con los fractales a la conceptualización que tanto van Eyck como Hertzberger hacen de su trabajo. Esto es, por supuesto, independiente de la comprensión profunda que ellos tienen del marco cultural en el que se insertan sus propuestas formales y de las leyes y principios que las rigen.

Por otra parte, Chris-

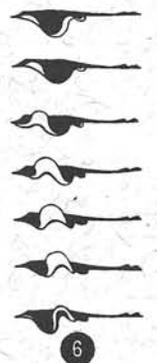
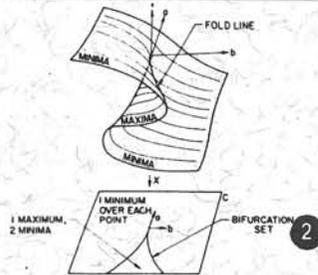
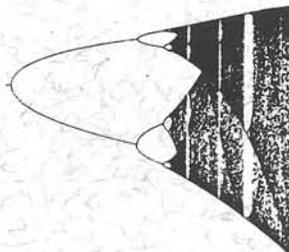
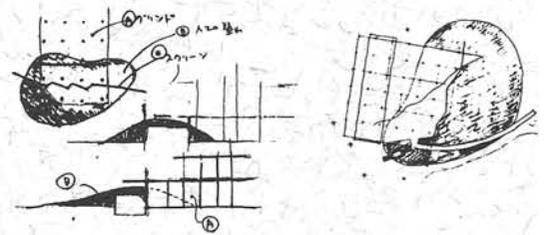
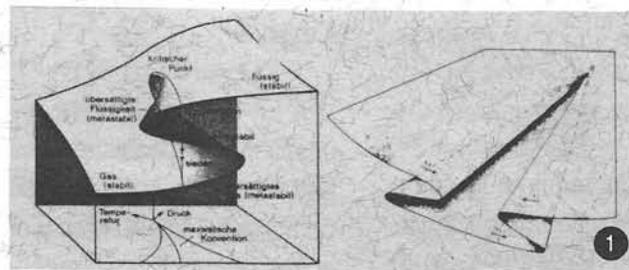
topher Alexander trabajó en el Concurso PREVI (Lima-Perú) mucho antes de que se publicara el libro de Mandelbrot sobre fractales.

En el segundo caso, centramos nuestra atención en una obra de Rem Koolhaas: la biblioteca en el Campus Jussieu de la Universidad de París. Se trata del desarrollo de un principio topológico en una obra de arquitectura, extremando sus posibilidades sin abandonar nunca el campo de nuestra disciplina.

En el tercer caso, aparece un Peter Eisenman tal vez demasiado consciente de lo que está haciendo. Hace ya largo tiempo que viene expe-

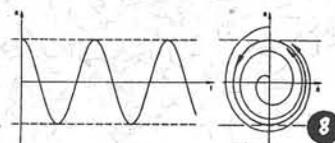
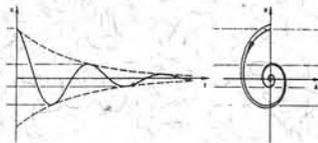
rimentando con deformaciones extremas de la geometría. En la Escuela de Arte de Cincinnati dió un paso decisivo al pasar de su modelo semiótico a uno material (geológico), acercándose a cuestiones conceptuales relacionadas con la Teoría del Caos y la biología. El trabajo que aquí abordamos trata de este tema y de un nuevo planteamiento sobre una «arquitectura del acontecimiento», basada en el principio matemático del pliege y en la teoría de las catástrofes.

Cada uno de estos trabajos más allá de mostrar las posibilidades de la geometría en cuestión, reflejan el **espíritu de una época**.



1 y 2. Principio del Pliege en la "Teoría de Catástrofes".
3, 4, 5 y 6. Naturaleza y Fractales.

7. Toyo Ito: Principio topológico Museo Yatsushiro.
8. Atractores en Teoría del caos.



FRACTALES

«El mapa del cielo se refleja en el espejo de la música, donde el ojo se anula nacen mundos: la pintura tiene un pié en la arquitectura y otro en el sueño».

Octavio Paz.

Entre los años veinte y los treinta, Paul Klee estaba muy ocupado estudiando y pintando formas naturales, pero no como naturaleza muerta sino como quien mira a través del microscopio buscando entender la estructura de las cosas. De este pintor conocemos muchos cuadros en forma de **redes** y objetos dentro de ellas y objetos dentro de objetos.

Hace doscientos años, Goethe había estado estudiando las relaciones entre las diversas variedades de plantas del mundo y de las variantes que existen en una familia o género determinado. Llegó así al concepto de **proto-planta** (Urpflanze) que se refiere a la existencia de una planta originaria, no concreta sino en forma de principio generativo. Goethe pensaba que este principio estaba sujeto a una serie de cambios de forma, siguiendo un movimiento dinámico, generando plantas de formas y características diferentes pero relacionadas.

El principio generativo que según Goethe da lugar a un grupo completo de plantas **contiene un orden de formas implícito en él.**

Estas ideas no fueron bien comprendidas en su época, dado que los estudios de la forma se apoyaban entonces en la geometría euclidiana.

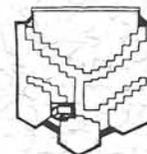
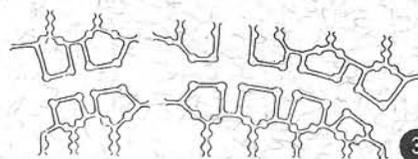
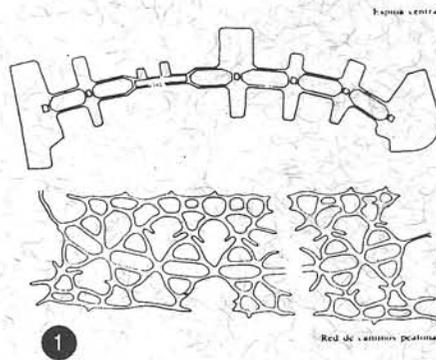
En 1977 Benoit Mandelbrot publicó su famoso libro sobre fractales, donde expone los principios de una geometría totalmente nueva, emparentada en las ideas de Goethe, pero desarrollados ahora a la sombra de las computadoras.

El principio elemental de los fractales consiste en aplicar un **generador** a una figura inicial y seguir aplicándolo a las partes resultantes reduciendo en cada paso su escala, tal como se muestra en el dibujo.



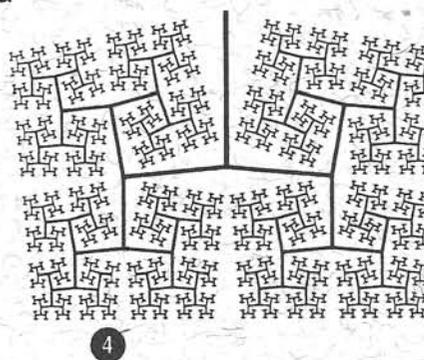
Evidentemente la riqueza de esta geometría no se agota allí, haciendo todo un recorrido a través de problemas de fracturación, fragmentación, formación de redes, etc.

En 1969 se realizó en Lima, Perú, el Concurso PREVI, para el diseño de un conjunto de viviendas. Me parece que esa fue la primera pre-



1, 2 y 3. Christopher Alexander: Proyecto PREVI. Principios generadores.

4. Ch. Alexander: Proyecto PREVI. Planta general.



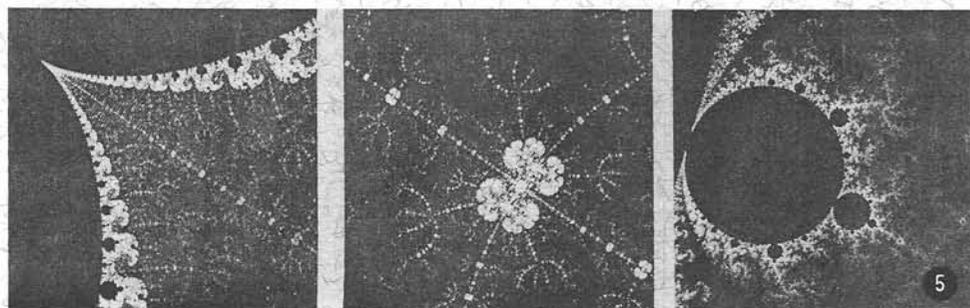
sentación pública de un proyecto desarrollado a partir de los **patterns** de Christopher Alexander.

En el proyecto hay dos cuestiones importantes: los **patterns** y la geometría. Los primeros tienen un antecesor en el antropólogo Gregory Bateson, quien ha difundido el principio de que todas las cosas están ordenadas según patrones y que estos corresponden a un número muy limitado de posibilidades.

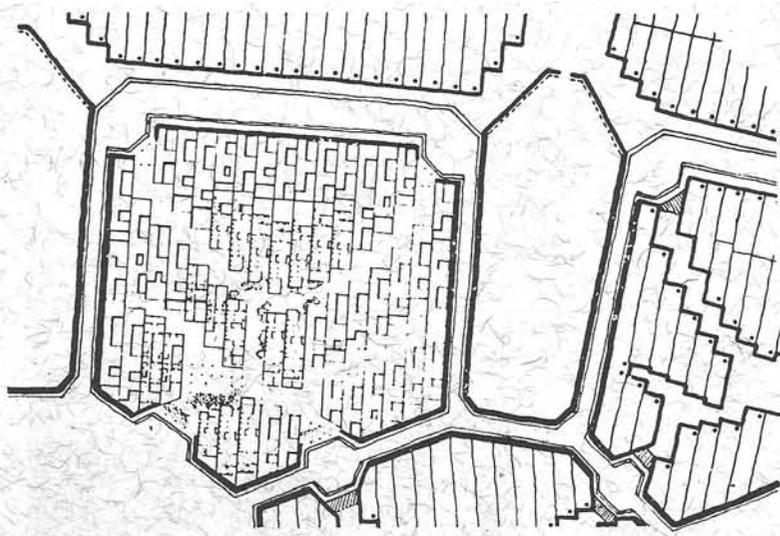
Imaginemos que un patrón se va dando a diferente escala y tenemos el fractal.

Si bien la obra de Alexander no es asimilable a la de los estructuralistas holandeses, tiene en este proyecto algo en común con ella, aún cuando es evidente que este arquitecto no desarrolla hasta las últimas consecuencias la aplicación de unos **generadores** que hagan posible el desarrollo estructurado de las partes pequeñas del proyecto como sucede con Hertzberger, por ejemplo.

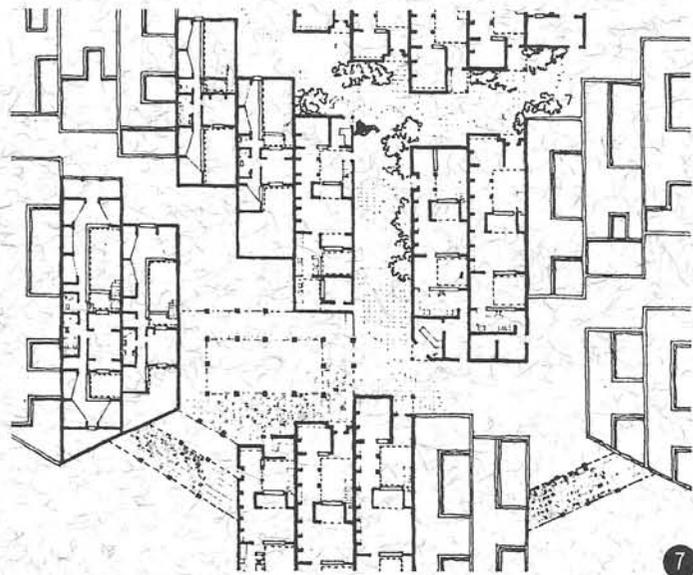
Sin embargo, es importante notar en Previ el gran partido que se saca de la aplicación del **generador-vivienda** el cual realiza dos operaciones: se alarga y se reduce siguiendo un eje longitudinal, según requerimientos programáticos. Esto permite, además, organizar los espacios exteriores, especialmente los exteriores-interiores, es decir, los que se encuentran al interior de la manzana. La



5. Ejercicio matemático con fractales.



6



7

otra operación consiste en ir generando unidades mayores de cierta complejidad; éstas siguiendo principios topológicos se estiran o se encogen, se reproducen simétricamente o por fracturación dan lugar a nuevas formas sin perder nunca el principio organizador subyacente en el Pattern. Estos principios hacen posible la vida en este conjunto de alta densidad, similar en su estructura

a una ciudad medieval, posibilitando una nueva geometría que busca resolver los problemas que éstas tenían.

Los edificios fracturados de Aldo van Eyck parecían obedecer a principios similares a los que utiliza Alexander, pero con resultados más estructurados. Es interesante, por ejemplo, cómo ese arquitecto separa dos elemen-

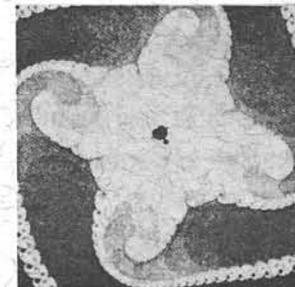
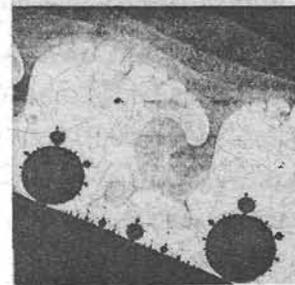
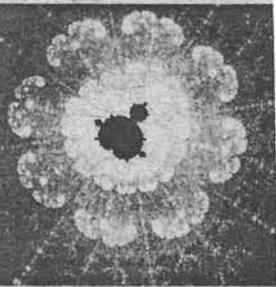
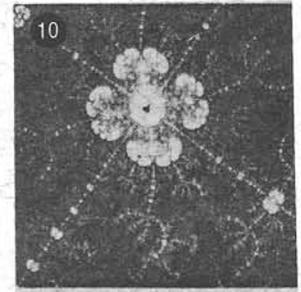
6. Ch. Alexander: Proyecto PREVI. Detalle manzana.
7. Ch. Alexander: Proyecto PREVI. Detalle

tos iguales conformando con el vacío un tercer lugar entre ellos. Lo mismo sucede con los edificios para escuelas de Hertzberger, por ejemplo aquella en Delft.

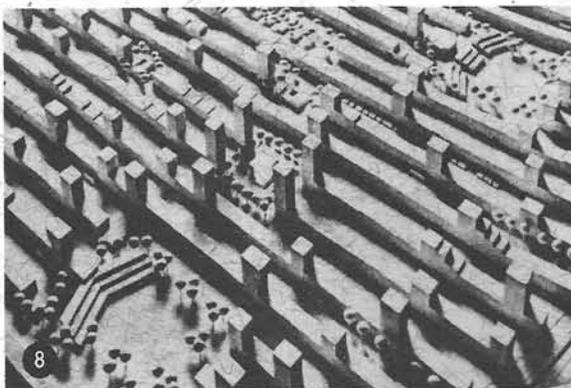
La casa en Venlo de van Eyck es un ejemplo de cubo fracturado hacia el interior, sin que se rompa su estructura organizativa. El Ministerio holandés de Asistencia Social, el Hogar de Ancianos «De drie Hoven», el edificio de oficinas Centraal Beheer, todas obras de Hertzberger, son los mejores ejemplos de una búsqueda casi obsesiva de ajuste entre piezas, elementos, edificios, unos con otros, unos dentro de otros.

El principio fractal en arquitectura tal vez es todavía una analogía pero refleja la búsqueda sistemática de un orden, expresado en una necesidad de ajuste, de ensamblaje, pero visto topológicamente, es decir, no se trata de un simple ajuste sino de aquel que crea un vínculo. Sólo así tiene sentido para la vida.

Maturana y Varela en «El árbol del conocimiento», hablando de la reproducción dicen que ésta existe cuando algún objeto (por ejemplo, un racimo de uvas) se fractura y



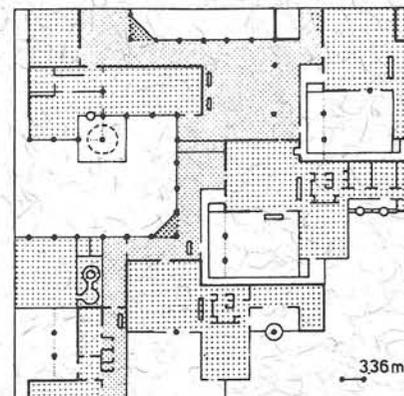
las partes resultantes no se parecen entre sí, ni al objeto original, pero pertenecen a la misma clase. Es decir, no pierde su organización.



8



9



8. Principio de fractura por desfibración.
9. Aldo Van Eyck: Orfelinato. Amsterdam.
10 y 11. Fractal en la computadora.

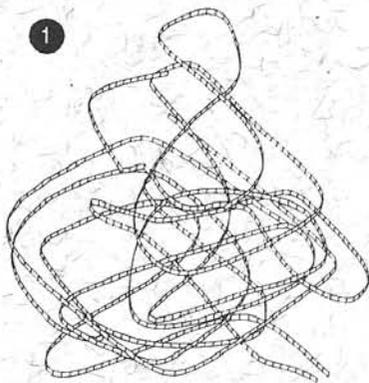
TOPOLOGIA

«Has cerrado los ojos y entras y sales de tí mismo a tí mismo por la puerta de los latidos: el corazón es un ojo»

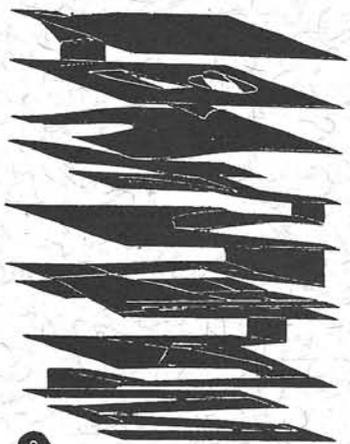
Octavio Paz

Rem Koolhaas es un importante arquitecto holandés. Atraído por el constructivismo soviético estuvo largo tiempo estudiando obras y registrando archivos en Rusia.

Tal vez de su contacto con el trabajo de los pintores suprematistas nace su acercamiento a la topología (la pintura de Malevitch es un largo estudio sobre bordes, fronteras, objetos dentro de objetos). Entre sus obras más importantes se cuentan el Teatro para el Ballet de La Haya, el Plan de Desarrollo de Yokohama, la Sala de Arte de Rotterdam, el Centro de Congresos de Agadir y unas interesantes propuestas para recuperar edificios y áreas urbanas en decadencia, como es



1



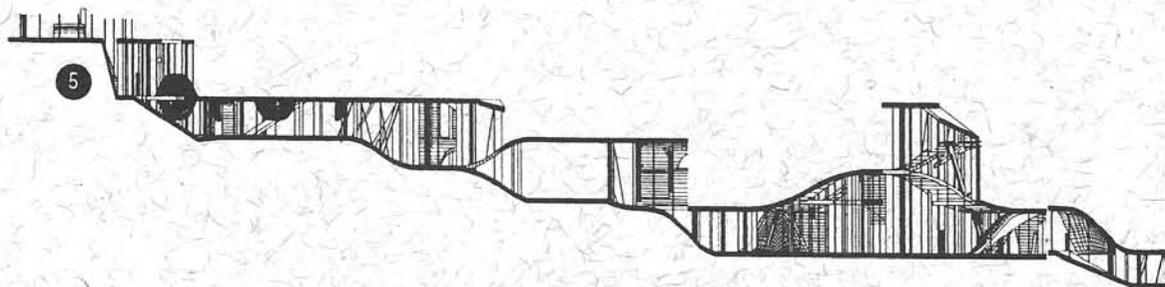
2

el caso del Campus Jussieu de la Universidad de París. De este edificio vamos a ocuparnos ahora.

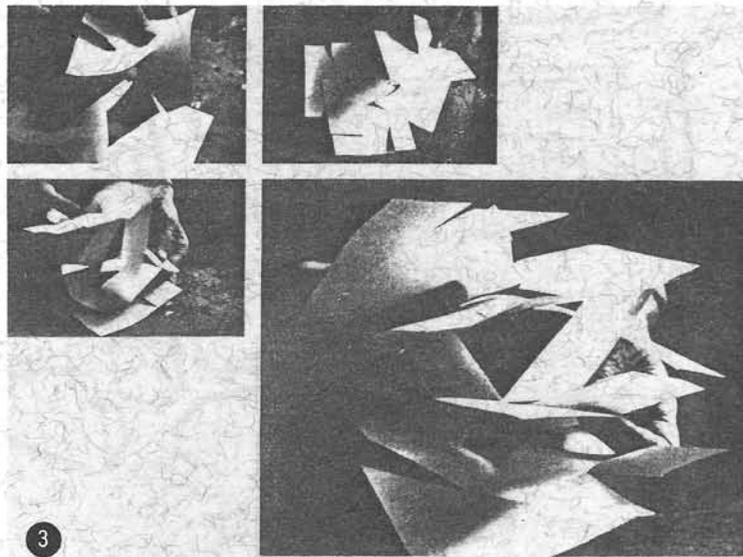
Esta obra estaba en construcción en 1968, los días del famoso levantamiento estudiantil de mayo de ese año. Debido al rol activo jugado por los estudiantes, el estado francés decidió suspender la construcción y cambiar, incluso, el programa del campus. Al momento de entregársele el encargo a Koolhaas el edificio era un laberinto caótico donde convivían como vecinos, un laboratorio para estudios del Sida, el Departamento de Investigaciones en Radioactividad, e incluso pequeños departamentos acondicionados ilegalmente por algunos profesores como vivienda. Sin embargo, al decir de Koolhaas, esto funcionaba magníficamente.

La tarea del arquitecto era obtener para el campus un espacio público viviente, integrar el campus a la ciudad (París), y conseguir que la Universidad en su totalidad, como lugar, irradiase vida tanto hacia el interior como al exterior.

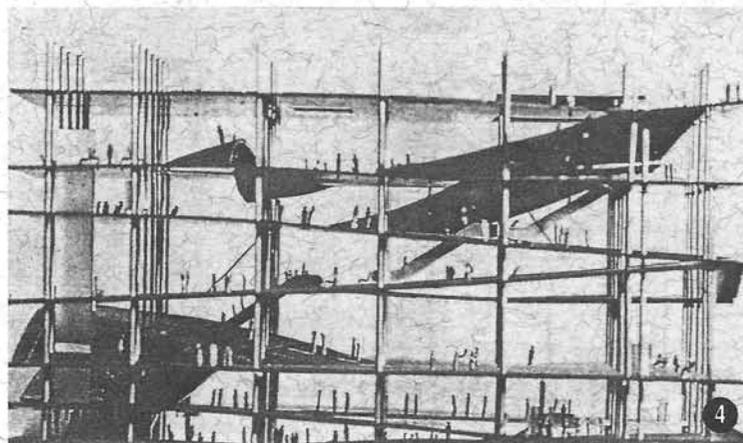
El edificio tiene la forma de una red ortogonal continua, emplazada sobre un gran zócalo, dejando sobre éste un espacio vacío donde debían



5



3



4

albergarse las funciones que ahora debía procurar el nuevo arquitecto. Los cambios derivados de la detención abrupta de la construcción condujeron a la improvisación, al cierre rápido, a un funcionalismo improvisado, dejando esta área prácticamente sin programa, lo cual hizo fracasar esa intención.

Dice Koolhaas que para poder reanimar esta superficie optaron por imaginarla flexible «como una especie de alfombra mágica social», la que podría ser doblada y de

esa manera comprimir en un cuerpo compacto la extensa superficie.

Allí radica el pensamiento topológico del proyecto. A partir de este principio el ar-

- 1 y 2. Rem Koolhaas: Principio Topológico Biblioteca Jussieu.
- 3. Modelo en papel recortado continuo. Biblioteca Jussieu.
- 4. R. Koolhaas: Maqueta recorrida Boulevard en Biblioteca Jussieu.
- 5. R. Koolhaas: Boulevard Jussieu.

arquitecto emprende una serie de fascinantes operaciones, la tarea central es el diseño de dos bibliotecas. Ellas son colocadas una encima de la otra instalándose el acceso principal en el punto de encuentro de éstas. Este es parte de un eje urbano que va desde la estación del metro de la universidad al río Sena. Este espacio, soporte de vida social, penetra en el edificio en forma de una doble hélice que se dirige hacia la biblioteca inferior. Los brazos de la doble espiral se reparten así: uno conforma la rampa de la actividad social, con cafetería, auditorio e instalaciones de squash. El otro da lugar a la rampa de la biblioteca de ciencias naturales. Ambas rampas giran una en torno a la otra, formando un espacio interior, sin tocarse.

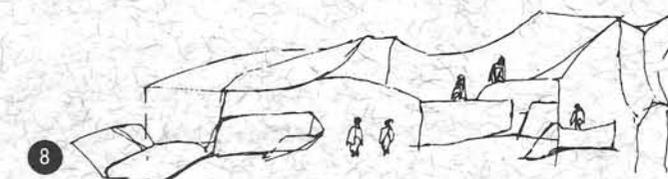
Los distintos niveles del edificio están conformados y recortados de manera que, cada uno, al unirse con el superior y el interior, forma una banda continua que recorre todo el edificio en forma de **boulevard** permitiendo que los distintos elementos que forman la biblioteca queden situados sobre una calle. El boulevard tiene, en su desarrollo total, 1,5 km. de longitud y da lugar a una gran riqueza de situaciones: el mundo de los libros, los elementos urbanos (plazuelas, escaleras monumenta-

les), los cafés, las boutiques, etc.

La destrucción de la separación horizontal en forma de pisos rígidos proporciona una enorme cantidad de nuevas posibilidades de relaciones espaciales. Con medios elementales, cada rincón del edificio puede ser diferente, permitiendo el desarrollo de una arquitectura de lugares. Dice Koolhaas: «la variedad espacial no se basa en parcelar, desglosar y contrastar sino en producir transformaciones continuas» De esta manera «el espacio se expande y se comprime, sube y cae, se reuerce y se pliega».

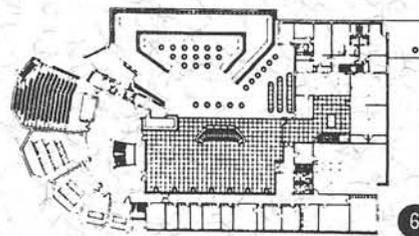
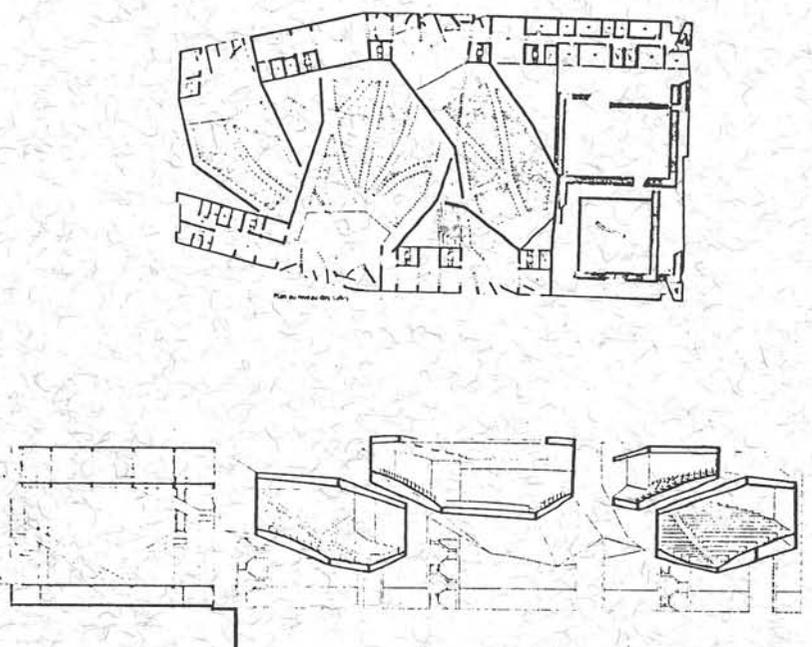
Además, escaleras convencionales y escaleras mecánicas permiten que los distintos niveles puedan, también, ser penetrados en forma directa.

La topología estudia problemas de transformaciones, de continuidad, de estiramiento y contracción. Estudia también las deformaciones. Problemas de bordes, ori-



El edificio de la Orquesta
llas, límites, fronteras, son también propios de esta disciplina.

El edificio de la Orquesta



- 6. Alvar Aalto: Centro Cultural Wolfsburg.
- 7. Steven Holl: Cine Venecia.
- 8. R. Pietilä: croquis.

Filarmónica de Berlín tiene que ver con principios topológicos al igual que el Centro de Música de Hertzberger en Utrecht, a pesar de los lenguajes formales tan diferentes. La continuidad, la colocación de objetos dentro de objetos, el pliegue,

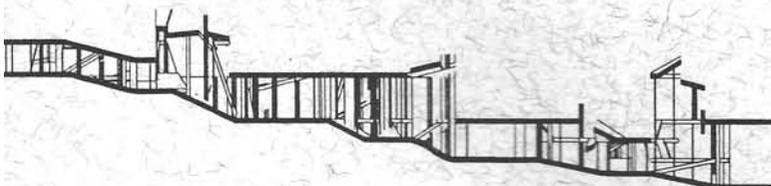
están presentes en estos edificios.

El rompimiento de un edificio para dar paso a una transformación también es análogo a una operación topológica. Es el caso del Centro Cultural en Wolfburg de Alvar Aalto, el cual se abre como un abanico para dar cabida a las salas de conferencia.

La experimentación con situaciones límite de Steven

Holl es un importante aporte. Este trabaja con **edificios-límite** en Phoenix, Arizona (cuestión también explorada por Erskine en Newcastle), situaciones extremas de punta de diamante como en Cleveland, edificios muy extensos que apenas tocan suelo como en el campus de la Andrews University, o en nuevas proposiciones para el desarrollo del espacio interior, a lo Koolhaas, en el cine para Venecia.

Pasando por la continuidad del pliegue en la obra de Pietilä y las penetraciones que, en la obra de Venezia buscan una nueva cara del edificio allí donde normalmente hay suelo y cimientos, la lista puede, en verdad, llegar a ser interminable.



PLIEGUES

«*Afuera es adentro, caminamos por donde nunca hemos estado, el lugar del entre esto y aquello está aquí mismo y ahora.*»

Octavio Paz

Peter Eisenman es un arquitecto de propuestas complejas. Tal vez sea ello lo que hace que no haya posiciones ambiguas en torno a su pensamiento: se le acepta o se le rechaza.

Es fácil ver en él más al intelectual (algunos dirían al diletaante) que al arquitecto. La historia de sus proyectos está recargada de metáforas, analogías, citas. Joyce, Chomsky, Levi-Strauss, Nietzsche, Foucault, Derrida, son sólo algunas de sus referencias.

La obra de Eisenman está dividida en tres grandes etapas, cada una caracterizada

por un modelo.

La primera corresponde a un **modelo semiótico** y abarca gran parte de su obra más conocida: la Casa X, la casa El Even Odd, el proyecto de vivienda social para Berlín.

La segunda etapa corresponde al llamado **modelo concreto**, el cual tiene su paradigma en la geología.

El tercero, de data muy reciente se apoya en un principio geométrico que proviene de Leibnitz, el cual define al **pliege** como «el elemento más pequeño en el laberinto de lo continuo».

La semiótica opera binariamente, es decir, a partir de oposiciones entre dos polos (interior/exterior; abierto/cerrado, etc.) Siguiendo este principio el trabajo de Eisenman consistía en un comienzo en variaciones sobre una sola operación: movilizar los puntos estáticos de la geometría tradicional para

transformarlos en «oscilaciones». La figura que se muestra a continuación explica cómo esto ocurre. Se trata de la forma en que se genera la «L» presente en muchos de los trabajos del arquitecto. Tomemos un cuadrado base (blanco) y supongamos que desplazamos, siguiendo su diagonal el vértice superior derecho, sin sobrepasar las fronteras del cuadrado original. Supongamos que junto a este punto se trasladan todos los puntos vecinos. El resultado será siempre dos «L» colocadas en relación invertida, recíproca y oscilatoria.



Dado que las estructuras semióticas son binarias jerárquicas y cerradas, una oscilación simple es la actividad más compleja que ellas pueden generar (la deconstrucción, por ejemplo).

Con el proyecto para la Escuela de Arte de Cincinnati se produce un cambio en el modelo utilizado por Eisenman. Esta proposición opera con dos estructuras que se oponen produciendo un contrapunto: una es angular,

rígida y regular. La otra, casi aleatoria, ondulante, inexacta, vaga pero rigurosa, continua, múltiple y blanda. La impresión es que las formas proceden por colisión y abrasión en el proyecto, siendo los resultados más complejos que en los trabajos anteriores de este arquitecto. Al recurrir a principios y analogías provenientes de cambios en el estado de la materia, los proyectos ganan en creatividad. Sanford Kwinter, comentarista de esta obra dice que «la materia es activa, dinámica y creadora». El modelo material (o concreto) al revés del semiótico procede por difusión e integración. No se sabe si al acercarse de este modo a la física y a la materia Eisenman está tratando de ser contemporáneo o si realmente está consciente de que más allá de sus mensajes ideológicos hay en su trabajo significativas experimentaciones con la forma.

En su experimentación más reciente nos acercamos a un campo difícil de explorar, por lo menos sin algunos conocimientos de la Teoría de Catástrofes de René Thom. Esta parte de la utilización que su creador hace del pliege

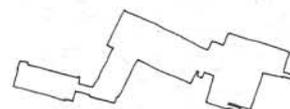
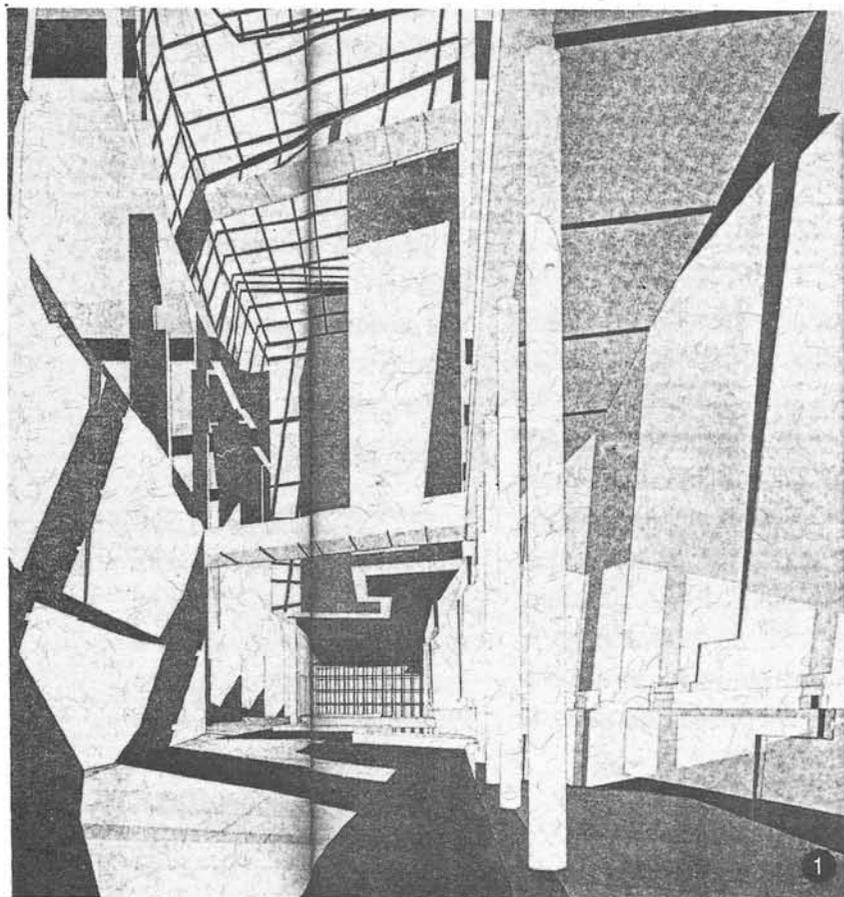


Abb. 2



Abb. 3

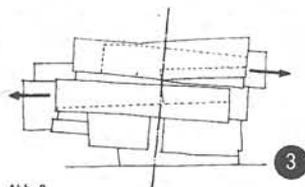


Abb. 4

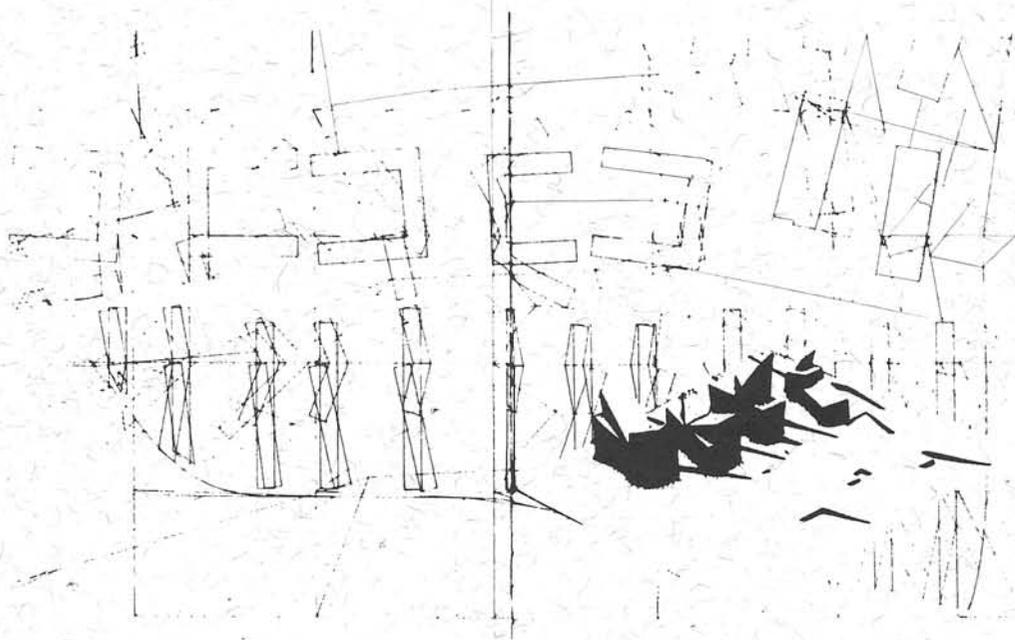


4

1. Peter Eisenman: *Perspectiva interior Escuela de Arte. Cincinnati.*

2, 3 y 4. Peter Eisenman: *Escuela de Arte en Cincinnati: Principios Generativos.*

5



topológico para describir el cambio no lineal donde los sistemas sufren transiciones abruptas y discontinuas al pasar de un estado a otro (ej.: la drástica conversión del agua en hielo a los 0 grados C). Thom clasifica estos cambios en siete catástrofes elementales». Cada una de ellas implica plegamientos en el espacio de fases por el cual se desplaza el sistema.

Eisenman, investigando lo que él ha llamado **acontecimiento** llegó a proponer un **modelo del pliego** el cual tendría la cualidad de resolver unos problemas que este ar-

quitecto prevé en el cambio que está produciendo en el fundamento mismo de la arquitectura con el desarrollo de la tecnología electrónica.

Afirma éste que la dialéctica entre figura y fondo, fundamental en la arquitectura hasta hoy conocida ha dejado de tener validez y que hay que buscar una manera de relacionar las partes de antiguas polaridades. Eisenman propone que sea el pliegue tal como se le entiende en Teoría de catástrofes, quien cumpla este rol, creando un elemento que no es algo que se sitúa «entre», sino uno

que pertenece simultáneamente a las dos realidades.

Esta experimentación geométrica nos propone nuevos temas de reflexión. ¿Tiene que resolver la forma arquitectónica problemas que superan la simple composición? ¿es posible que un prin-

cipio geométrico penetre en la morfología misma del edificio? ¿debe el arte explorar en los nuevos descubrimientos de la ciencia o tiene una materia propia que tratar?

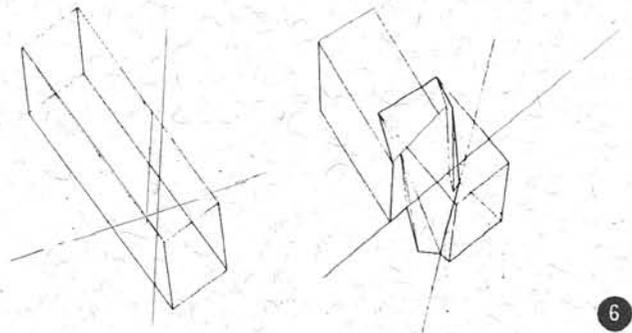
Mientras tanto, aceptemos que esta experimentación nos abre puertas para una mejor comprensión de la forma arquitectónica y que

ofrece grandes perspectivas para el trabajo pedagógico.

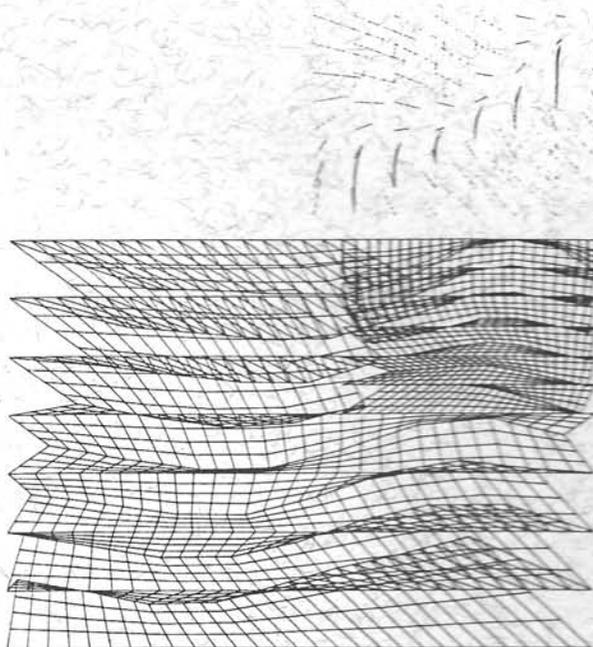
Bibliografía recomendada:

- A. fractales, pliegues y topología.
1. Briggs, J. y Peat, F.D.: «Espejo y reflejo: del caos al orden». Barcelona, Gedisa, 1990.
 2. Barnsley, Michael F.: «Fractals everywhere». London, Academic Press Limited, 1993.
 3. Bohm, D. y Peat, D.: «Ciencia, Orden y Creatividad». Barcelona, Kairós, 1988.
- B. arquitectos: obras y pensamiento
1. Macrae-Gibson, Gavin: «La vida secreta de los edificios». Madrid, Nerea, 1991.
 2. Hertzberger, Herman: «Lessons for Students in Architecture». Rotterdam, Uitgeverij 010, 1991
 3. Holl, Steven: «Anchoring». New York, Princeton Architectural Press, 1989.
 4. Revista ARCH+ N°117, Juni 1993. Tema: Rem Koolhaas, die Entfaltung der Architektur
 5. Revista ARCH+ N°119/120, Dezember 1993, Tema: Die Architektur des Ereignisses (arquitectura del acontecimiento).

6



7



8

