

ESTRUCTURA ESENCIAL

ESTRUCTURA ESENCIAL

CURSO DE GEOMETRÍA
PARA PENSAR CONSTRUYENDO
UN CUERPO ESTABLE

© Miguel Eyquem

Nº Registro: 242.268
ISBN 978-956-17-0600-2

.:Tig.:
Taller de Investigaciones Gráficas
Ediciones e[ad]
Escuela de Arquitectura y Diseño PUCV
ediciones@ead.cl
<http://www.ead.pucv.cl/mundo/taller-de-ediciones/>

EUV
Ediciones Universitarias de Valparaíso
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Serie Arbitrada 2014

Calle 12 de Febrero 187
Valparaíso - Chile
Fono: (56-32) 227 30 87
Fax: (56-32) 227 34 29
<http://www.euv.cl/>

Impresión: Salesianos S.A.

Valparaíso
Julio 2014

MIGUEL EYQUEM

ESTRUCTURA ESENCIAL

CURSO DE GEOMETRÍA
PARA PENSAR CONSTRUYENDO
UN CUERPO ESTABLE

ÍNDICE

Nota Inicial, Miguel Eyquem	9
Sobre la Estructura Esencial, Miguel Eyquem	10
Prólogo, Hernán Cruz	12
Estructura Esencial	15
Introducción	17
Un planteamiento sobre la Estructura Esencial	23
Sobre la constitución de los sólidos	43
Definición de un cuerpo	53
Análisis de un modelo	65
Introducción	81
Verificación en el modelo	85
Edificación de una unidad	91
Conclusión	97
Nota Final	109
Anexo Fotográfico	111

Estas torres, emblemáticas, surgieron como la Vertical de la Ciudad Abierta. Fueron construidas con troncos de eucalipto del lugar, de una sola pieza de 12 m de largo, con sus verticales y diagonales que comprendían toda la altura; fuertes líneas que imprimieron una dinámica muy potente. Fue obra de Isabel Margarita Reyes y Juan Baixas (como constructor especialmente), originada dentro de un Taller de Título impartido en la Escuela. Un Taller de Alberto Cruz transformado en Taller de Obras. Un Acto Poético en el lugar señaló la Vertical.

Después de algunos años hubo que desmontarlas por seguridad: el taladrillo había ahuecado los troncos rústicos.

Este nuevo proyecto sobre la misma problemática y fundamento poético, debía ser construido con materiales incorruptibles. Para ejecutarlo se presentó a concursos internos y se realizó por el Taller de Obras, en tres años consecutivos.

Su desarrollo explica el tono de este libro, el de un texto de estudio, verdaderos apuntes de clase; un Curso de Construcción para Tercer Año. Habrá que comprender ciertos puntos reiterativos o la insistencia sobre ciertos hechos. Son estudios de Geometría.

Esta nueva obra se propone resolver problemas de distinta naturaleza resultantes de exigencias arquitectónicas, como ser la necesidad de la Transparencia por su ubicación al centro de una plaza. Alcanzar esta transparencia en una estructura de esta especie, capaz de ser realizada por un curso universitario, no era un problema menor. Se convirtió en el ensayo de una investigación: cómo suprimir piezas de una estructura estrictamente geométrica. Se exigía una creatividad: descubrir la ley de estabilidad esencial preexistente en forma invisible al interior del cuerpo, precisamente cuando deseamos hacer invisibles varias piezas aparentemente necesarias. La búsqueda en esta obra consiste en lograr este encuentro. Es una lección de estabilidad.

SOBRE LA ESTRUCTURA ESENCIAL

Los problemas tratados en esta investigación se sitúan entre la ingeniería estructural y la geometría del espacio. La función estratégica principal de los materiales, elementos y sistemas estructurales en los edificios, es la del soporte mecánico. Las tácticas particulares de cómo cada componente o sistema lleva a cabo el soporte, depende de sus propiedades mecánicas.

La teoría y la práctica de la ciencia de los materiales, la ingeniería de estructuras y la edificación, nos dicen que las propiedades mecánicas de los componentes y sistemas se pueden explicar desde su estructura en el espacio.

Este estudio considera la función mecánica en organismos edificados y sus componentes, e intenta correlacionar la función de cada uno con propiedades mecánicas medibles y con la estructura observada. Las funciones, propiedades y estructuras se discuten en términos de modelos y principios de diseño.

La investigación pretende alcanzar una simplicidad de la estructura comparable con la economía que a veces alcanzan los organismos naturales como son las formaciones cristalográficas de la materia.

En las edificaciones de nuestro tiempo, las estructuras que las sustentan pueden pertenecer a dos concepciones bien distinguidas: las isostáticas y las hiperestáticas. (Los edificios de hormigón armado donde vivimos corresponden a estructuras hiperestáticas, y las construcciones metálicas como las industriales son normalmente isostáticas).

Nuestro interés se centra en las estructuras llamadas «isostáticas» las cuales se presentan generalmente como una malla constituida por barras, o bien, como un esqueleto hueco, tal como nuestro esqueleto humano desprovisto de su musculatura; un esqueleto articulado, por ejemplo, la Torre Eiffel. Si consideramos su cuerpo central prismático de sección cuadrada, observamos que su estructura formada por una red de barras de acero es bastante densa, casi no permite ver a través. Las estructuras ingenieriles, para ponerles un nombre común, son generalmente redundantes. Este estudio se preocupa precisamente de esto.

Volviendo a la torre, por lo conocida por todos, observamos que los rectángulos de sus tramos están cruzados por dos diagonales que se cruzan. Sabemos que estos rectángulos necesitarían una sola diagonal para quedar definidos estructuralmente. A este diseño le llamamos aquí «redundante».

Este estudio consiste en un problema de geometría del espacio de dimensiones, sin entrar en la técnica de la construcción metálica ni en los diseños constructivos que pertenecen a especialidades y a filosofías de cálculo y seguridad. Tampoco en el problema de la simetría de solicitaciones (Torre Eiffel).

La investigación se plantea la pregunta: si esta torre la redujéramos a diagonales simples, tanto en las caras exteriores, expuestas, como en los volúmenes internos, la estructura se vería más transparente, más ligera, y como consecuencia, más esbelta, más elegante. Siguiendo este proceso de suspender elementos, ¿cuál será el límite?, ¿hasta dónde es posible «aligerarla»?

Esta no es una pregunta banal, pues en el espacio de tres dimensiones las interacciones de las fuerzas que intervienen se hacen muy complejas. No son solo caras que se enfrentan colaborando una sobre otra, sino que el intervalo que las separa está surcado por posibles acciones de agentes exteriores, y también internos del material (dilataciones), que se orientan en cualquier dirección y sentido (temblor, vientos). La misma disposición en el espacio de los diferentes elementos que la constituyen está ejerciendo múltiples interacciones, un efecto sinérgico entre todos sus miembros.

Planteado de este modo el asunto y despojado de sus problemáticas de cálculo, permanece en el campo de la pura geometría del espacio. ¿Hasta qué límite se puede llevar la simplificación, la suspensión de elementos de una tal estructura? Esta es la experiencia que se desea realizar: construir una estructura vertical, una torre reducida a sus últimos elementos, los esenciales. No quiere decir que ahorre peso. Esto lo dirá un cálculo de la estructura.

¿Qué se habrá conseguido? La estructura más elemental, más desnuda, más esbelta, más económica de medios, donde cada una de sus piezas es estrictamente necesaria, como lo son los cinco cuerpos platónicos en esta ley, la del secreto de los cuerpos rígidos.

En el centro de la Plaza del Agua se levantaría un edificio leve, transparente, que no interrumpa la visión. Es una exigencia arquitectónica.

PRÓLOGO

De Miguel Eyquem.

Se sabe cuando llega o arriba (a las orillas), pero no cuando parte o despegar (se desprende hacia las nubes).

I Anotaciones o Memoria

Tengo recuerdos borrosos de los años 60, verlo volar sobre el aeródromo de Rodelillo, o en moto y en su Citroën por el Cerro Castillo. Pasaba por los aires y por las calles a velocidades «irreconocibles»; aún desconocidas para nosotros.

En los proyectos, junto a Alberto, un caso: la Casa Olivetti donde la concepción de la forma y el dibujo alcanzan su plenitud. Ellos acordaron una proximidad e intimidad creativa que permanece latente.

En la Casa Peña (del entomólogo), cuando recorrí los espacios de la casa (y los insectarios) me acompañaba su sombra (no la de Gaudí). Sus manos diestras ahuecan y horadan la pesantez de la masa y un manto de hormigón suspendido conforma aquello que le es tan propio: la levedad.

Ahora en este tiempo (hace ya unos 8 años) he avanzado en mi pintura gracias a sus visitas al taller. Su ojo se sitúa en una lejanía próxima (propia de la pintura abstracta del s. XX), con su mirada la mancha («*tache*» en francés) deja de ser un mero azar y se transforma en una estructura pictórica.

II Observaciones o Magnitudes

Miguel, es quien ha estado con sus vuelos más cerca de la Cruz del Sur. Son sus «magnitudes escalares» a través de las cuales se desliza dentro de envolventes o esferas donde vale el tiempo transcurrido.

Amereida canta: «Nuestra raíz no está preñada de su hoyo –nuestro apoyo está en los aires– vasto como la residencia de los pájaros».

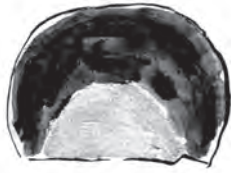
Miguel ha experimentado con sus vuelos y su vida que sus raíces se encuentran expandidas en la inmensidad de un cielo a-planar. Son sus «magnitudes aleatorias» con las cuales se aventura y aproxima a las cosas que han de llegar.

Torres del Agua, una silueta vertical transparente a contraluz del ocaso.

Estabilidad esencial es la parte primera, la sustancia de la estructura de las Torres. Son sus «magnitudes vectoriales», con las que trabaja sus campos de segmentos orientados.

III Grafía o Isostasia

Descripción de los 12 vuelos de Miguel que equilibran, por movimientos compensatorios, los aires con la tierra (p. 13).



1. Bóveda negra



2. Mar argenta



3. Mar interior



4. Cruz del Sur



5. Raíces en los aires



6. Raíces desprendidas



7. Explosión de luz



8. Lejanía desde el aire



9. Lejanía desde la tierra



10. Conjunto expansión y reacción

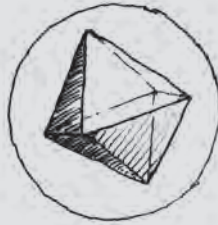
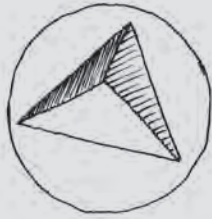
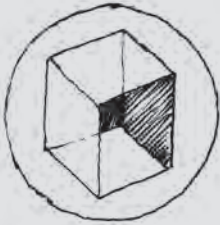


11. Composición de nudos

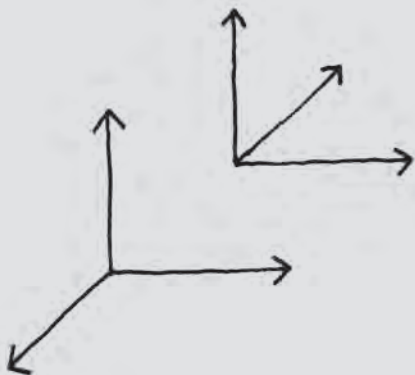
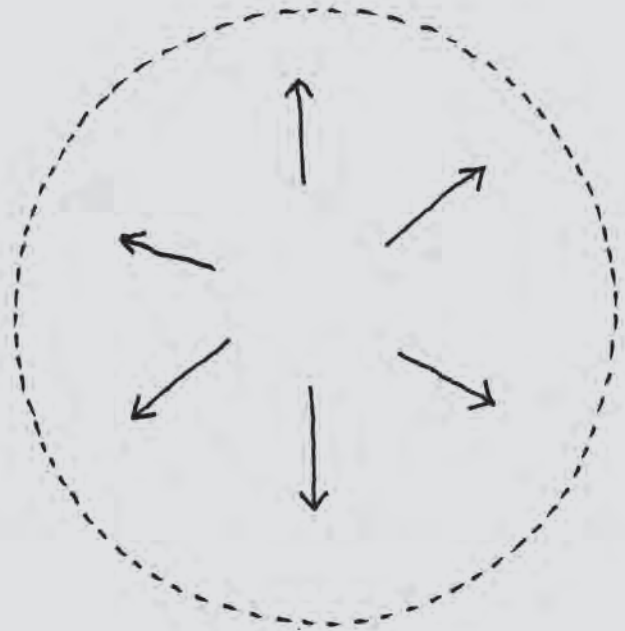
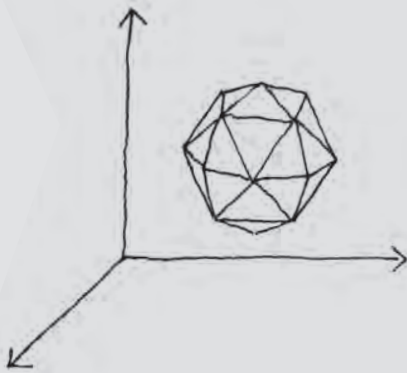


12. Abstracción libre y fragmentación

ESTRUCTURA ESENCIAL



Tetraedros



INTRODUCCIÓN

Este estudio se orienta hacia un territorio de las estructuras resistentes que hoy día se llama «morfología estructural». Se podría decir que la morfología estructural analiza el comportamiento de cualquier estructura espacial, es decir, aquellas de tres dimensiones, o bien, tres planos de diferente orientación considerados simultáneamente.

En Arquitectura, proponer un proyecto con libertad y con una mirada fecunda, renovadora, requiere situar esta mirada en un espacio tridimensional.

Decir tridimensional parece una redundancia, sin embargo, en el planteamiento habitual, actualmente el espacio está recogido en forma proyectiva y planos ortogonales. Las tres dimensiones de una forma «libre en el espacio» se sitúan sobre planos arbitrarios y no necesariamente relacionados con el campo gravitacional en cuanto forma en sí misma. La simplificación de la construcción y la facilidad o economía de cálculo han llevado a una reducción a planos referenciales, orientados: un sistema ortogonal paralelo a los planos gravitacionales, vertical, horizontal. Esta limitación, la escultura trata de atravesarla y recuperar la libre ocupación del espacio.

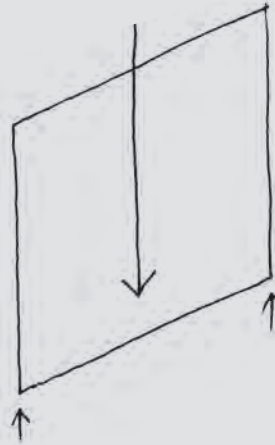
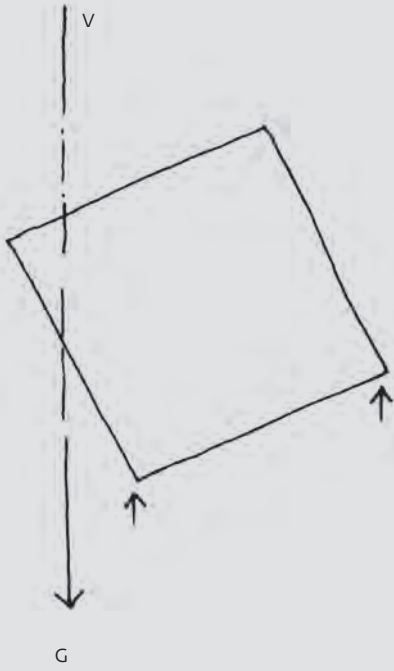
En este estudio solo se intenta señalar un camino de análisis de estructuras ortogonales como un primer paso para situarse en un análisis de la forma del espacio.

Si se supone un espacio abstracto, un «campo» donde la gravedad estuviera neutralizada como sucede en el trayecto del transbordador espacial, estaríamos en situación de observar una estructura «libre», plenamente tridimensional.

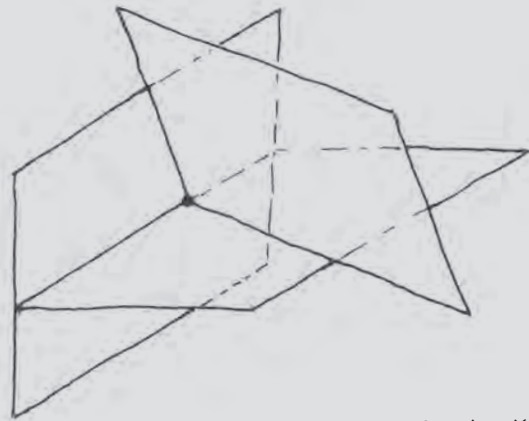
(Esto sucede hoy día en el proyecto de la NASA para el 1 a b, la estructura del módulo satélite que montaron por piezas en un campo de gravedad cero).

En un espacio sin gravedad no hay direcciones preferenciales, es un espacio homogéneo, simétrico en relación a cualquier plano, en cualquier orientación. Una estructura estará en una situación «libre», en cualquier posición u orientación, sin marco de referencia.

Proponer un espacio ideal ayuda a ver el espacio realmente homogéneo, en tres dimensiones sin planos referenciales; no direccionados como son necesariamente sobre la tierra, nuestro ámbito normal para que exista la vida.



Planos



Aproximación a un punto matemático

Para iniciar un estudio en este campo de concepciones se ha propuesto comenzar trabajando con planos ortogonales y paralelos a los planos gravitacionales vertical y horizontal, de modo de no tener momentos complejos con la gravedad.

Esta simplificación no impide encontrarse rápidamente incorporado en el centro del problema de las tres dimensiones conjugadas. La estabilidad de un plano ortogonal consiste precisamente en luchar por no salir de su direccionalidad por no situarse en una posición donde la gravedad lo ataca desde un plano exterior a él, trabajando en una componente compleja y en un exterior a su propio plano el cual requerirá otra estructura geométrica que venga a colaborar para proporcionar la estabilidad.

El estudio se centra especialmente en la forma, y ésta la concebimos desde la Geometría, desde una cierta «geometría».

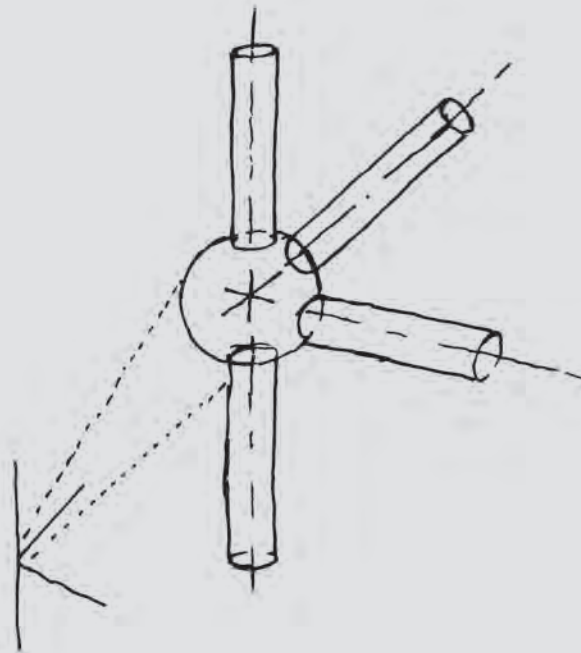
Hoy día, para abordar un problema constructivo situado realmente en el espacio (de tres dimensiones activas), es necesario analizarlo en sucesivos pasos, los cuales se sitúan en diferentes geometrías: topología, proyectiva, afín, métrica y teoría combinatoria.

En este estudio se ha recurrido a varias geometrías que conducen a ubicar y centrar las «fuerzas en acción». Finalmente, se recurre a situar esta estructuración del espacio en una disposición que permita calcular las solicitaciones. Aquí, se habla siempre en un **plano geométrico**, es decir, de la representación dibujada de las estructuras en estudio.

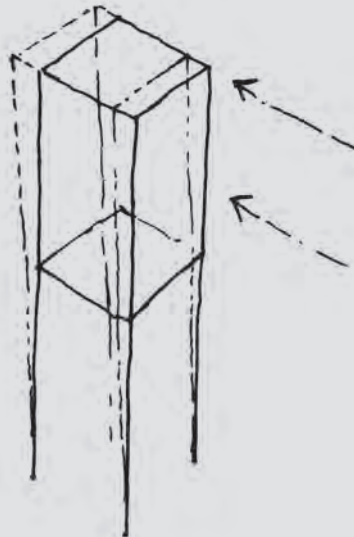
Tal modo de proceder conduce a través de un modelo para experimentar, a construir en el espacio con líneas, ángulos y planos, un orden estrictamente geométrico.

La edificación de estas torres cobra todo su valor siempre que se cuide la mayor aproximación posible a las líneas geométricas. Esto quiere decir que las solicitaciones resultantes se encuentren, se crucen en puntos geométricos previstos, y los espesores de los materiales no lo impidan.

Estamos describiendo un dibujo en el espacio.



① Nudo
Aproximación a la
exactitud matemática



Deformación elástica
producto de cargas
laterales

Para que esta edificación sea ejemplar debe aparecer como tal, como un dibujo, esquemático, esencial.

La construcción debe entonces mantener una gran analogía con el modelo de manera que mantenga la mayor aproximación a los ejes geométricos del cuerpo edificado. Es decir, la edificación propiamente tal viene a ser una sustitución del mismo modelo ya comprobado. Un segundo análisis sería estudiar los desplazamientos que los espesores de las piezas empleadas han exigido.

El modelo, por ajustada que sea su construcción, estará lejos de la precisión matemática. La edificación del cuerpo a escala real será aún más alejada por problemas de espesores de construcción y métodos, procedimientos poco mecanizados que se emplearán. El modelo viene a ser una aproximación a la exactitud matemática del concepto «poliedro».

- ① El modelo de trabajo resulta especialmente demostrativo para exponer y medir las deformaciones relativas que intervienen bajo la acción de ciertas sollicitaciones. Estas fuerzas en una experiencia medida representan la acción más persistente del lugar: el viento.

Estas deformaciones elásticas son las que atentan contra la forma estable: la precisión de su geometría, la relación dimensional entre los nudos o vértices del cuerpo. Se está hablando siempre en un doble lenguaje: el geométrico y el de la construcción.