

Una ingeniería que se mueve con el paso del tiempo:

así será la construcción en el futuro

Tiempo de lectura: 6-8 minutos

Alejandro Vásquez Hernández

Doctor en Ciencias de la Ingeniería, investigador de la Escuela de Ciencias Aplicadas e Ingeniería EAFIT

Ilustración:

Sebastián Zapata Muñoz

Diseñador gráfico (@sirsebasz_ilustra)

Imaginemos por un momento que pudiéramos viajar a la Francia medieval y observar la construcción de la Catedral de Notre-Dame de París.

Allí, no veríamos solamente piedra, madera, andamios, herramientas y obreros en movimiento. Veríamos también una forma particular de organizar el conocimiento.

Detrás de una obra como esa estuvieron figuras capaces de reunir saberes y decisiones que hoy solemos encontrar separadas: los *master builders*.¹

El *master builder*, especialmente reconocible en la Edad Media y el Renacimiento, encarnaba en una misma figura el diseño arquitectónico, el dominio estructural, la comprensión de los materiales, el conocimiento detallado de los métodos constructivos y la dirección del proceso de obra.

Para este maestro, estructura, forma, expresión arquitectónica y ejecución constituían dimensiones inseparables de un mismo quehacer.

Su formación solía darse mediante largos periodos de aprendizaje junto a quienes ya ostentaban dicho estatus, muchas veces desde la niñez, en un contexto donde los saberes del oficio eran celosamente resguardados y tratados casi como conocimiento sagrado.²

Se trataba de un profundo conocimiento acumulado del oficio: saber qué había funcionado, qué no, qué

proporciones eran estables, qué formas resistían mejor, qué materiales permitían qué cosas, qué lecciones emergían de fracasos pasados.

La construcción contemporánea opera de manera diferente.

A medida que aumentó la complejidad técnica y normativa, los proyectos comenzaron a requerir conocimientos cada vez más especializados y, en consecuencia, arreglos organizacionales mucho más complejos.

Por ejemplo, en el diseño confluyen arquitectos y especialistas en campos como estructura, instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, acústicas, de climatización... Así como expertos en sostenibilidad, tecnologías digitales, entre otros.

Luego, intervienen programadores y presupuestadores, un contratista general, varios subcontratistas. También proveedores de materiales y un pequeño ejército de financieros, abogados y aseguradores.

Es un proceso fragmentado, dominado por relaciones de corto plazo, con sistemas de toma de decisiones y criterios de valor independientes.

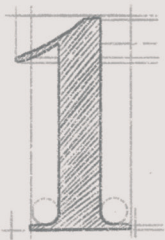
Esta transformación ha permitido avances significativos dentro de cada ámbito especializado: soluciones estructurales más precisas, materiales de mejor desempeño, herramientas digitales avanzadas, simulaciones complejas y respuestas técnicas cada vez más rigurosas.

Sin embargo, y a pesar de ese progreso, los proyectos siguen presentando dificultades para funcionar bien como un todo: retrasos, reprocesos, sobrecostos, pérdidas, baja productividad y problemas de coordinación continúan siendo desafíos persistentes. El desarrollo de las partes no ha garantizado el buen desempeño del conjunto.

Si bien dividir un problema amplio en partes relativamente acotadas permite hacer manejable la complejidad y profundizar el conocimiento técnico en cada ámbito especializado, esa división no elimina las interdependencias: las desplaza hacia las interfaces.

Allí aparece una exigencia decisiva: asegurar el flujo de información y conocimiento entre módulos especializados cuyas decisiones se afectan mutuamente.

Vista desde esta perspectiva, la fragmentación propia de la construcción contemporánea puede entenderse, en buena medida, como un problema de flujos. Ese problema adopta, al menos, tres formas distintas.



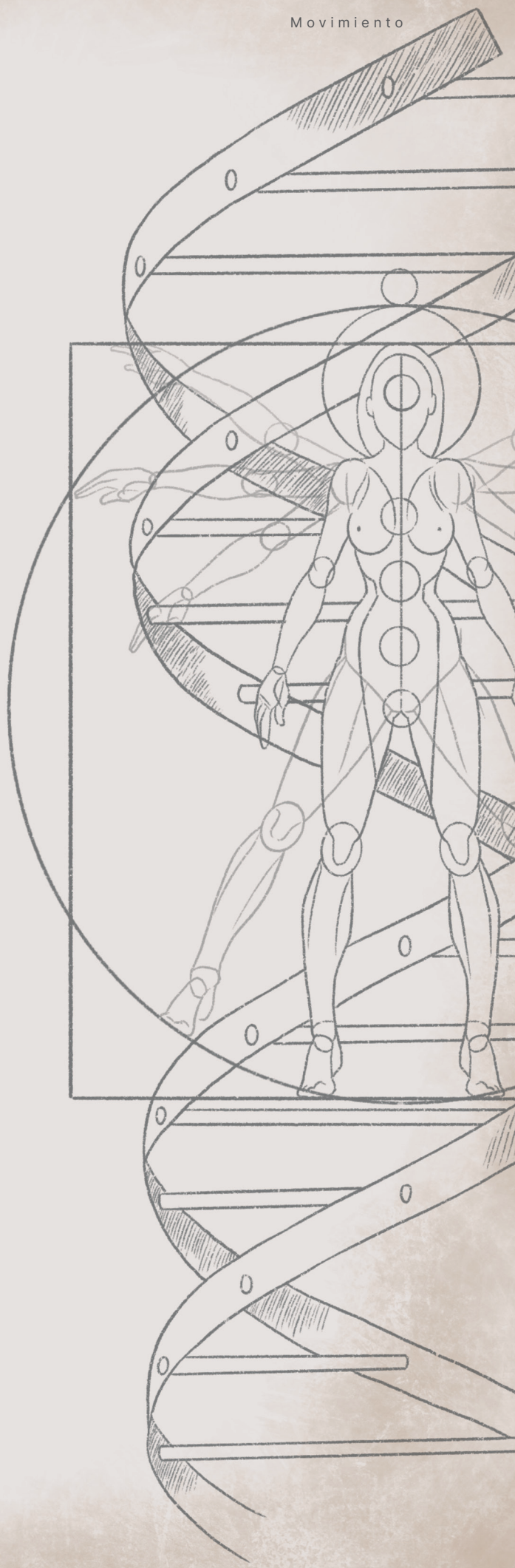
La primera de esas formas aparece entre especialidades que confluyen en una misma fase del proyecto. Es un flujo horizontal de información y conocimiento. En la etapa de diseño, por ejemplo, la arquitectura, la estructura y las distintas ingenierías de instalaciones no trabajan sobre realidades separadas, sino sobre un mismo objeto, bajo restricciones compartidas.



También se requieren flujos verticales: la segunda de sus formas. Son flujos entre fases distintas de un mismo proyecto, entre el diseño, la ejecución y la operación. Su importancia radica en que lo que se decide en una de esas fases condiciona profundamente a las demás. Un diseño puede verse impecable en un plano o en un modelo, pero todavía debe enfrentarse a las condiciones reales de la construcción: tiempos, recursos, mano de obra, equipos, restricciones del sitio, riesgos e incertidumbres.



La tercera forma es longitudinal. Se trata del flujo de información y conocimiento a través del tiempo, entre proyectos: desde experiencias anteriores hacia el proyecto actual, y desde este hacia los proyectos futuros. En la tradición del *master builder*, el conocimiento precedente no era un residuo accidental de la experiencia, sino una parte esencial del oficio y del aprendizaje.



En otras palabras, una decisión arquitectónica puede afectar la solución estructural; un ajuste estructural puede alterar redes, espacios técnicos o requerimientos de instalaciones; una modificación en una especialidad puede obligar a revisar otras. Sin embargo, estas decisiones suelen producirse desde lenguajes, prioridades y criterios de optimización distintos.

Cuando el flujo de información y conocimiento entre ellas es insuficiente, aparecen interferencias, incompatibilidades y pérdidas.

Los flujos verticales buscan justamente evitar esa desconexión: hacer que las distintas fases del proyecto no funcionen como mundos separados, sino como instancias capaces de informarse y ajustarse mutuamente.

En la construcción contemporánea, el último flujo (longitudinal) enfrenta mayores dificultades que en el pasado. Los equipos se disuelven al final de los proyectos, lo que conduce a la pérdida del conocimiento tácito sobre cómo trabajar juntos y de manera efectiva, y dificulta que las organizaciones construyan sobre aprendizajes acumulados. Si el problema es de flujos —horizontales, verticales y longitudinales—, entonces no basta con mejorar cada una de las partes por separado. El desempeño depende, sobre todo, de la capacidad para articularlas.

Los saberes reunidos en el *master builder* fueron separados en disciplinas especializadas para posibilitar su desarrollo. Sin embargo, queda abierta una pregunta decisiva: ¿qué campo asume hoy la tarea de recorrer las fronteras entre esos saberes, de leer las conexiones entre decisiones y de hacer posibles los flujos que la fragmentación tiende a interrumpir?

Es en este punto donde la ingeniería de construcción encuentra su lugar propio.

No reemplaza la arquitectura ni sustituye la ingeniería estructural. No tiene como papel principal diseñar cimentaciones, redes eléctricas o sistemas hidrosanitarios. Se mueve en la interfaz entre especialidades y entre fases. Su territorio son las relaciones: entre el diseño y la ejecución, entre el modelo digital y la producción en sitio, entre la intención arquitectónica, la racionalidad estructural y la lógica constructiva.

La ingeniería de construcción articula las distintas especialidades para que sus decisiones de diseño sean coherentes entre sí y, al mismo tiempo, construibles. Se orienta a definir cómo se organiza el trabajo, cómo se estructuran los flujos, cómo se coordinan los actores, cómo se integran las tecnologías y cómo se gestionan las restricciones y la variabilidad propias de la ejecución. De este modo, reconoce que ese sistema no es únicamente técnico: es, al mismo tiempo, organizacional, informacional y productivo. Y es en ese punto donde comienza a delinearse un tipo particular de conocimiento.

La ingeniería de construcción no se centra exclusivamente en una especialidad, sino en las interfaces que se dan entre ellas. No se limita a una fase, sino que se extiende a lo largo de su ciclo de vida. No entiende el proyecto como una forma fija, sino como un proceso. Su campo es el diseño y la gestión del sistema de producción que permite concebirlo, coordinarlo y materializarlo.

Esta es una ingeniería que trabaja, precisamente, allí donde los flujos se interrumpen.

- 1 En la construcción contemporánea y en el contexto local existe una figura llamada así: el maestro de construcción o maestro de obra. Esta figura hace parte de la línea de producción, de la mano de obra. Sin embargo, el *master builder*, también llamado *master mason* en algunos contextos, era la figura central de un proyecto de construcción: su diseñador, el director de obra, el diseñador de los procesos de construcción, quien selecciona los materiales. Era el gran artífice. La figura del maestro de construcción actual es distinta; es más cercana a la de un capataz.
- 2 Popovic Larsen, O., & Tyas, A. (2003). *Conceptual Structural Design. Bridging the gap between Architects and Engineers*. Thomas Telford Publishing.



Conoce el nuevo pregrado de Ingeniería en Construcción.

Anatomía

del ingeniero de construcción

