

Proceso de Diseño Integrado: nuevos paradigmas en arquitectura sustentable

Integrated Design Process: New paradigms in sustainable architecture

Maureen Trebilcock

mtrebilc@ubiobio.cl

Depto. Diseño y Teoría de la Arquitectura. Universidad del Bío-Bío,
Avda. Collao 1202, Concepción, Chile

Resumen

El concepto de Proceso de Diseño Integrado, esencial para alcanzar estándares de sustentabilidad y eficiencia energética en la arquitectura, plantea que el proceso debe evolucionar de un modelo tradicional donde el proyecto transita de forma lineal desde el arquitecto hacia los especialistas hacia un proceso integrado donde todos los miembros del equipo de diseño trabajan en forma colaborativa desde los inicios. La noción de Proceso de Diseño Integrado que encontramos en los textos es eminentemente metodológica y se basa en el entendimiento del proceso de diseño como Análisis/Síntesis; donde los problemas son fragmentados para proponer sub-soluciones hasta alcanzar la solución general, y donde además los arquitectos e ingenieros se aproximan al diseño desde perspectivas opuestas. Este artículo propone que el proceso de diseño integrado en la práctica de la arquitectura está más cerca del paradigma Conjetura/Análisis que sugiere que los diseñadores - arquitectos e ingenieros trabajando colaborativamente - proponen ideas basadas en sus conocimientos y experiencias antes realizar algún análisis. La metodología de investigación se basó en casos de estudios de oficinas de arquitectura contemporáneas que han sido pioneras en arquitectura sustentable y eficiencia energética. Se realizaron mapas del proceso de diseño de edificios realizados por cada oficina utilizando la información recopilada a través de entrevistas con arquitectos, ingenieros y clientes; además de información gráfica y documentos. Las conclusiones sugieren que para que el Proceso de Diseño Integrado ocurra, no basta con una aproximación metodológica sino que es necesario comprender los cambios de paradigmas, donde la educación es esencial para formar el 'nuevo arquitecto' y el 'nuevo ingeniero' que comparten conocimientos y habilidades, además de un lenguaje común.

Palabras clave: Proceso de Diseño Integrado, arquitectura sustentable, eficiencia energética.

Abstract

The concept of Integrated Design Process, essential to achieve the standards of sustainability and energy efficiency in architecture, proposes that the process should evolve from a traditional model where the project flows linearly from the architect to the specialists, to an integrated process where all members of the design team work collaboratively from the beginning of the process. The notion of Integrated Design Process found in current literature is eminently methodological, based on an understanding of the design process as Analysis/Synthesis; where the problem is broken down into individual problems, reaching sub-solutions until achieving the overall solution, and where architects and engineers approach the design from different perspectives. This article proposes that the integrated design process in the practice of sustainable design is closer to a Conjecture/Analysis paradigm that suggests that designers - architects and engineers working collaboratively - would propose an idea based on their knowledge and experience before attempting to do any analysis. The research methodology was based on case studies of contemporary architectural practices that are pioneers in sustainable architecture and energy efficiency. The design process of a sustainable building designed by each practice was mapped using interviews with architects, engineers and clients; as well as analysis of graphic information and documents. The conclusions stress out that for the Integrated Design Process to occur, it is not enough to have a methodological approach, but to understand the changes in paradigms that pose education as an essential mean to shape the 'new architect' and the 'new engineer' who share knowledge and skills, as well as a common language.

Key words: Integrated Design Process, sustainable architecture, energy efficiency.

Modelos del proceso de diseño

En su forma más básica, elaborar un modelo del proceso de diseño implica trazar una ruta a través del proceso de principio a fin. La idea es identificar las acciones que el diseñador realiza para alcanzar una solución deseada. Un modelo generalizado del proceso que emerge de la primera generación de metodólogos del diseño (Alexander, 1964; Broadbent, 1973) sugiere que las actividades de análisis, síntesis y evaluación ocurren en forma secuencial. El análisis involucra desmembrar el problema en fragmentos con el fin de solucionar cada fragmento en forma aislada; la síntesis se caracteriza por un intento por crear una respuesta al problema; y la evaluación involucra el análisis crítico de las soluciones propuestas frente a los objetivos identificados en la etapa de análisis. Este modelo ha sido identificado como Análisis/Síntesis y está basado principalmente en los postulados de Bacon y Descartes acerca del método científico (Bamford, 2002).

Sin embargo, en la realidad el arquitecto debe volver atrás muchas veces con el fin de identificar un nuevo problema o proponer una nueva solución, por lo que Lawson (1997) plantea que el modelo debería mostrar una vuelta de retorno desde cada etapa a su etapa precedente en la forma de sucesivas iteraciones.

Además, el modelo Análisis/Síntesis sugiere que el proceso procede de lo general a lo específico, desde 'ideas preliminares' hasta 'detalles', pero varios estudios acerca de la experiencia de los arquitectos en la práctica han comprobado que la realidad es mucho más caótica que lo que el modelo sugiere. Lawson (1997) considera que para que el proceso proyectual ocurra, muchas cosas tienen que suceder, y éstas dudosamente ocurren en orden, o en la forma de actividades distinguibles individualmente. Este autor propone un modelo del proceso de diseño donde éste es entendido como una negociación entre problema y solución a través de actividades de análisis, síntesis y evaluación.

Otros autores han cuestionado los primeros intentos por formalizar los métodos de diseño en un proceso de fragmentación del problema en sus partes constitutivas, solucionarlas y luego construir una solución global. Hillier *et al.* (1972) no concuerdan con el modelo Análisis/Síntesis propuesto en esa época, por lo que plantean un modelo de Conjetura/Análisis que deriva del entendimiento del método científico según Karl Popper (1989). Los autores plantean que la racionalización del proceso de diseño propuesta por el modelo Análisis/Síntesis es errada porque sugiere que el diseño deriva del análisis de los requerimientos de los usuarios y no de las preconcepciones del arquitecto, cuando en la realidad, aunque se haga un completo registro de todas las actividades realizadas por el arquitecto durante el proceso proyectual, no hay manera de determinar el origen de la solución. Los autores proponen que el propósito del análisis es testear conjeturas en vez de optimizar una síntesis mediante procedimientos lógicos. El diseño tiene que ver con pre-estructurar problemas mediante el conocimiento de soluciones tipo o mediante el conocimiento de tecnologías relacionadas a soluciones tipo. En vez de desechar las preconcepciones, estos autores enfatizan su rol y la necesidad de conjeturar soluciones muy tempranamente en el proceso, ya que éstas ayudan a comprender el problema; lo que se basa en el postulado de Popper de que construir hipótesis o conjeturas es indispensable para generar conocimiento, y que existe un gran valor en los errores.

El conocimiento acerca del proceso de diseño ha crecido mucho últimamente y muchos autores coinciden en que es más difícil definirlo como una secuencia de operaciones que por sus características esenciales. Schön (1991) propone un modelo del proceso proyectual como "reflexión en acción", que está influenciado por las ideas de Popper. Establece que cuando los profesionales se enfrentan a la práctica reconocen la complejidad e incertidumbre del caso; no actúan como si no tuviesen experiencia, sino que atienden las particularidades

de la situación. El autor define el proceso proyectual como una "conversación reflexiva con una situación única e incierta" (Schön, 1991, p. 130), sugiriendo que el diseñador se enfrenta la unicidad e incertidumbre del proceso proyectual al enmarcar la situación en un proceso iterativo de apreciación, acción y re-apreciación. El diseñador entiende la situación a través de intentos por cambiarla y la cambia a través de intentos por entenderla. En este proceso, el diseñador no separa los medios de los fines, ni separa el pensar del hacer.

En 2002, Bamford sintetiza los modelos del proceso de diseño bajo dos paradigmas que tienen sus raíces en distintas concepciones del método científico. El paradigma Análisis/Síntesis propone que el proceso de diseño comienza por desmantelar el problema en fragmentos, sintetizando y evaluando soluciones posibles; que emergió en un tiempo en que se intentó hacer del diseño algo racional y científico, por lo que su principal atracción fue que el proyecto podría emerger de un proceso racional desde el encargo, de manera que este fuese más justificable. En contraste, el paradigma Conjetura/Análisis propone que el proceso de diseño comienza con ideas que pueden ser rápidamente evaluadas frente a las restricciones y que otorga un valor al hecho de cometer errores.

Proceso de diseño integrado

El concepto de Proceso de Diseño Integrado – conocido en inglés por su sigla IPD – es especialmente relevante en el ámbito del diseño sustentable. El proyecto de investigación de la IEA (International Energy Agency) denominado *Task 23: Optimisation of Solar Energy Use in Large Buildings* define el Proceso de Diseño Integrado como un procedimiento que apunta a optimizar el edificio como un sistema integral y por toda su vida útil, lo que se logra a través del trabajo interdisciplinario desde el inicio del proceso (Löhnert *et al.*, 2003). Algunos de los resultados de este estudio han sido guías, métodos y herramientas para asistir el trabajo colaborativo en el diseño de edificios sustentables. La aproximación de este estudio es principalmente metodológica, ya que representa al proceso de diseño como un complejo mapa de flujos de toma de decisiones.

Este estudio establece claramente la diferencia entre el proceso de diseño lineal - tradicional - del proceso de diseño integrado; y sugiere que el proceso comienza por un problema general que es desmantelado en sub-problemas y problemas individuales, para alcanzar soluciones individuales y sub-soluciones hasta lograr una solución general (Figura 1). Esta definición del proceso puede ser claramente asociada al paradigma Análisis/Síntesis.

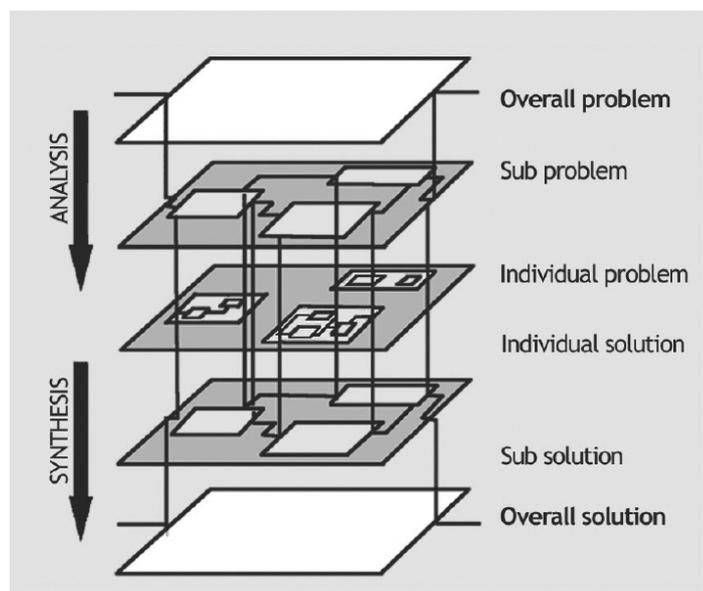


Figura 1. Proceso de Diseño Integrado según IEA Task 23.
Figure 1. Integrated Design Process by IEA Task 23.

Según este estudio, el ingeniero recibe un problema "definido en forma precisa" y procede casi exclusivamente por un "sistema lógico matemático", mientras que el arquitecto comienza con un "problema vagamente definido" y propone una "primera idea basada en sus experiencias individuales" usando un "círculo de hipótesis y análisis" (Löhnert *et al.*, 2003). Según esto, el estudio de IEA Task 23 identifica al ingeniero bajo el paradigma Análisis/Síntesis y al arquitecto bajo el paradigma Conjetura/Análisis, e intenta ajustar un modelo del proceso de diseño que combine ambas visiones opuestas. Esto está probablemente influenciado por estudios que sugieren que los científicos utilizan estrategias enfocadas en el problema, mientras que los diseñadores utilizan estrategias enfocadas en la solución.

Algunas de estas conceptualizaciones del proceso de diseño y en particular del Proceso de Diseño Integrado nacen de una aproximación desde arriba hacia abajo - "top-down" - que teoriza de manera bastante abstracta acerca de lo que el proceso debe ser y apunta a asistirlo mediante métodos y herramientas. Es necesario complementar esta visión con una aproximación desde abajo hacia arriba - "bottom-up" - que observe lo que ocurre en la práctica para comprender la naturaleza del proceso de diseño, cómo se integran estrategias de sustentabilidad y eficiencia energética, y cómo se integran las visiones de equipos interdisciplinarios.

Metodología de investigación

La metodología de esta investigación se basó en casos de estudio de oficinas de arquitectura que han sido pioneras en sustentabilidad y eficiencia energética. En cada caso se seleccionó un edificio no residencial diseñado por la oficina que según sus autores representen buenos ejemplos de integración de estrategias de sustentabilidad y eficiencia energética en el proceso de diseño. La selección de casos responde a una postura socio-constructivista que evita imponer una definición particular de lo que debe ser un edificio sustentable, sino que es incluyente en aceptar posibles diferentes definiciones, por lo que se evitó buscar los edificios 'más sustentables' o 'más eficientes' y se focalizó en la riqueza del proceso.

La investigación se realizó en dos etapas: la primera etapa incluyó 5 edificios realizados por oficinas europeas y la segunda etapa incluyó 4 edificios realizados por oficinas chilenas. Los edificios y las oficinas de arquitectura e ingeniería que participaron en el proyecto se ilustran en la Figura 2.

La metodología consistió en elaborar mapas del proceso de diseño de cada edificio desde las primeras ideas hasta su compleción utilizando información recopilada a través de diferentes fuentes: entrevistas con los arquitectos, ingenieros y clientes; planimetría, bosquejos, informes y documentos.

(a) Heelis, Inglaterra
Arquitectos: Feilden Clegg Bradley
Ingenieros: Max Fordham



(b) Business School, UNott, Inglat.
Arquitectos: Hopkins Architects
Ingenieros: Arup



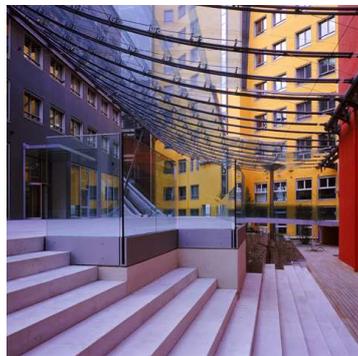
(c) Downland Gridshell, Inglaterra
Arquitecto: Edward Cullinan Arch.
Ingenieros: Buro Happold



(d) NORD/LB, Alemania
Arquitectos: Behnisch Architekten
Ingenieros: Transsolar



(e) Hines, Italia
Arquitectos: Mario Cucinella Arch.
Ingenieros: Arup



(f) SONDA, Chile
Arquitectos: Enrique Browne
Ingenieros: Joaquín Reyes



(g) FASA, Chile
Arquitectos: Guillermo Hevia
Ingenieros: Bioclima



(h) Multimedia UACH, Chile,
Arquitectos: Roberto Martínez
Ingenieros: Rolf Thiele



(i) Casa Central ACHS, Chile,
Arquitectos: Searle-Puga y Swinburn
Ingenieros: Rolf Thiele



Figura 2. Casos de estudio.
Figure 2. Case studies.

Los casos de estudio sugieren que las primeras ideas proyectuales expresadas en los primeros bosquejos de los edificios responden a diferentes factores de diseño y en particular a la sustentabilidad, de manera sintética. La primera idea es de naturaleza integradora, donde la integración no nace del análisis de una cantidad enorme de información que es sintetizada y evaluada hasta alcanzar una solución óptima, bajo el paradigma de Análisis/Síntesis, sino que se basa en los conocimientos y experiencia del equipo de diseño. La integración de criterios de sustentabilidad y eficiencia energética en el proceso de diseño no parece llevar el proceso proyectual a un plano lógico y racional, sino que en realidad presenta un nuevo matiz del paradigma Conjetura/Análisis.

El impacto de la integración de criterios de sustentabilidad y eficiencia energética en el modelo Conjetura/Análisis tiene dos implicancias. Primero, la generación de la primera idea (o conjetura) es resultado de un proceso social de interacción entre profesionales con diferentes *expertise*, lo que es la base del Proceso de Diseño Integrado. Los casos de estudio demuestran que los arquitectos e ingenieros comienzan a trabajar de manera colaborativa desde el inicio del proceso de diseño al punto que en algunos casos ambos comparten la autoría de la idea proyectual. Segundo, el análisis juega un importante rol en el proceso de diseño, yendo más allá de la noción de apreciación y re-apreciación crítica de la situación (Schön 1991), hacia un proceso de evaluación cuantitativa del proyecto que informa decisiones de diseño y es apoyado por diversas herramientas. El análisis cuantitativo está íntimamente ligado a los desafíos técnicos de la arquitectura sustentable y de la eficiencia energética, y estuvo presente en todos los casos de estudio, a diferentes niveles de sofisticación dependiendo de la complejidad, innovación y riesgo técnico involucrado en el proyecto. El rol del proceso analítico es particularmente importante en las etapas intermedias y finales del proyecto.

Tal como se mencionó anteriormente, algunos estudios acerca del Proceso de Diseño Integrado ubican al ingeniero dentro del paradigma Análisis/Síntesis y al arquitecto dentro del paradigma Conjetura/Análisis, e intentan ajustar el modelo del proceso de diseño combinando estas dos perspectivas opuestas. Los resultados de este estudio cuestionan este modelo que toma los caracteres tradicionales del arquitecto y del ingeniero, y los combina de manera abstracta, fallando en reconocer que un proceso integrado requiere de cambios más sustanciales que apunten a las bases más allá de los métodos. El proceso integrado requiere que el arquitecto desarrolle conocimientos en física de la construcción o 'ciencias de la arquitectura' y habilidades en análisis ambiental simple, mientras que el ingeniero requiere desarrollar conocimientos en materias arquitectónicas y ciertas habilidades de diseño. Requiere que compartan un lenguaje común, al igual que el carácter de diseñadores. En vez de combinar las perspectivas desde diferentes paradigmas, ambos operan bajo el mismo paradigma Conjetura/Análisis.

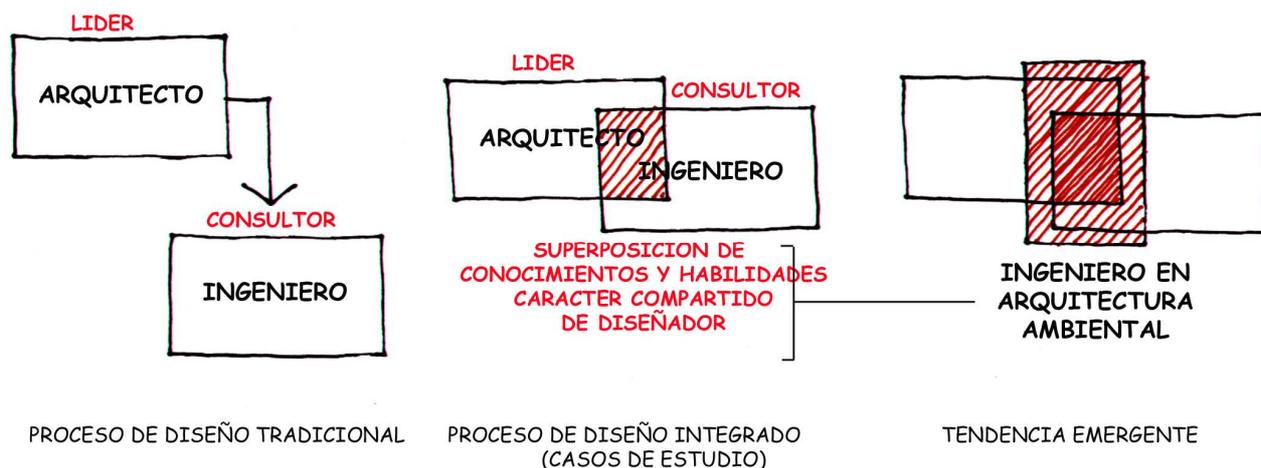


Figura 3. Del Proceso tradicional al Proceso de Diseño Integrado.
Figure 3. From the Traditional Process to the Integrated Design Process.

La idea de que el Proceso de Diseño Integrado – esencial en arquitectura sustentable – requiere que arquitectos e ingenieros compartan y traslapen conocimientos y habilidades tiene interesantes implicancias para la educación. Enfatiza la necesidad de que cada disciplina cubra conocimientos y habilidades básicas de la otra, resultando en arquitectos e ingenieros con un nuevo carácter, diferentes del tradicional.

Investigación versus práctica

El conflicto entre investigación y práctica deriva del hecho que parte de la investigación en el área rechaza el rol de la intuición e insiste en la necesidad de que el proceso proyectual sea lógico y racional. A pesar de que la mayor parte de la investigación reconoce que las primeras decisiones de diseño son guiadas por la intuición, ésta es vista como poco sistemática y poco científica. Sin embargo, el proceso intuitivo puede ser muy sistemático y sólido si está basado en los conocimientos y experiencias de diferentes profesionales que trabajan de manera colaborativa desde los inicios del proceso. Existen investigadores que opinan que el modelo Análisis/Síntesis es más apropiado para describir la integración de criterios de sustentabilidad y eficiencia energética en la arquitectura que el modelo Conjetura/Análisis, por reflejar un carácter 'científico', menos dependiente de los caprichos del arquitecto, lo que suponen se ajusta más a la visión técnica de la arquitectura sustentable. La mayor parte de la investigación en esta área está orientada al desarrollo de herramientas de diseño y análisis que buscan disminuir el rol de la intuición principalmente en las primeras etapas del proceso para reemplazarla por análisis científico, que es visto como fundamental para alcanzar una solución realmente sustentable.

Esta aproximación recuerda la tradición de sistematización y funcionalismo en arquitectura que plantea que la arquitectura puede producirse por cálculos. De acuerdo a Heath (1993), este planteamiento cometió dos errores fundamentales: suponer que cualquier set de relaciones abstractas pueden ser suficientes para determinar la forma de un edificio, y creer que el resultado puede ser inteligible o estéticamente aceptable. Este autor resalta el rol de la intuición indicando que la mente puede hacer más de lo que la inferencia y la asociación pueden permitir. A pesar de que a primera vista se puede llegar a pensar que la arquitectura sustentable pudiese adoptar aproximaciones similares, la realidad de la práctica es completamente diferente. Existe una distancia entre parte de la investigación y la práctica que están basadas en diferentes

concepciones del proceso de diseño; Análisis/Síntesis versus Conjetura/Análisis (Figura 4). Sin embargo, es importante indicar que el modelo Análisis/Síntesis es acuñado por parte de la investigación en el área de simulación e inteligencia artificial, pero no por todos.

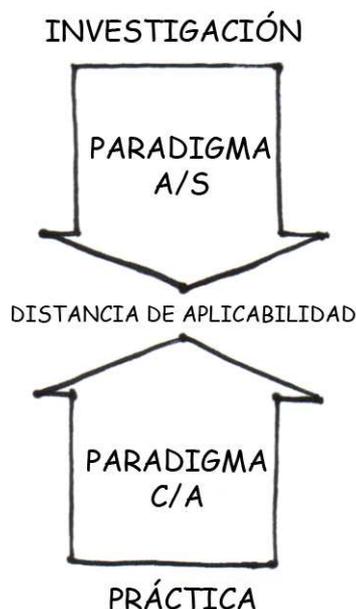


Figura 4. Confrontación de paradigmas entre la investigación y la práctica.
Figure 4. Competing paradigms between research and practice.

Esta distancia no es fundamentalmente diferente al "applicability gap" planteado por Hillier *et al.* en 1972 como reacción al paradigma dominante Análisis/Síntesis que postulaba que el diseño debía traer la mayor cantidad de factores posibles al dominio de lo cuantificable, reemplazando la intuición por métodos cuantitativos.

El todo y las partes

La confrontación entre el paradigma Análisis/Síntesis y el Conjetura/Análisis se puede también observar en el desarrollo y aplicación de las herramientas de diseño y análisis energético-ambiental. Del mismo modo que el modelo Análisis/Síntesis se centra en dismantelar en partes como una manera de llegar al todo, la mayor parte de las herramientas de diseño sustentable no interactivas – tal como los checklists, métodos de evaluación ambiental y catálogos de elementos – se centran en las partes como resultado de su propia naturaleza de chequear ítems. El problema es que en el diseño arquitectónico "el todo o aspectos del todo gobiernan a las partes" (Bamford, 2002), por lo que las herramientas que se centran en las partes no pueden garantizar que el todo será coherente. Podrán garantizar que el todo sea más o menos sustentable, pero su rol como herramientas de diseño está confinada a 'decisiones de una línea' (una parte), tal como la especificación de un material o un producto sustentable. Este rol es valioso, ya que las decisiones de una línea pueden reducir por ejemplo, la energía contenida de un edificio, pero al ser tomadas en forma aislada (esencialmente chequeando ítems), sin considerar la integración de las partes con el todo, existe el riesgo de que las partes sean parasitarias al edificio, poniendo en riesgo su coherencia. La tendencia de llegar al todo a través de las partes represente uno de los elementos que alienan a la arquitectura sustentable de las

tendencias arquitectónicas dominantes. Usualmente, la calidad arquitectónica es evaluada por su totalidad, y no por logros fragmentados, por lo que resulta complicado integrar estas dimensiones.

A pesar de esto, las *checklists* han resultado ser buenas herramientas de gestión de los aspectos de sustentabilidad de un proyecto, como resultado de su foco en las partes; y los métodos de evaluación y certificación ambiental – como LEED y BREEAM – han aportado en generar conciencia entre profesionales y público en general con respecto a los temas ambientales y energéticos.

Interesantemente, los casos de estudio sugieren que la mejor herramienta de diseño es la asesoría de expertos. La estrategia general para lidiar con temas específicos de sustentabilidad y eficiencia energética fue buscar un experto que pudiese asistir al equipo de diseño en esta área, quien eventualmente recurrió a las herramientas de análisis apropiadas para apoyar su trabajo. Esto ocurre porque el problema a solucionar es tan específico que es muy poco probable que los arquitectos puedan encontrar la solución en una guía o manual de diseño sustentable. Esta aproximación se focaliza más en el experto que en la herramienta; se orienta desde abajo hacia arriba (*bottom-up*) en vez de arriba hacia abajo (*top-down*); posiciona la experiencia y la colaboración interdisciplinaria por sobre el uso de herramientas de análisis.

A pesar de que los precedentes o referentes pueden ser considerados como guías prescriptivas de diseño que son además dependientes del contexto local; los arquitectos en su práctica reflexiva son capaces de identificar aquellos elementos de los precedentes que se ajustan a sus requerimientos y adaptarlos a las particularidades del caso. Por lo tanto, los casos de estudio publicados en textos pueden convertirse en valiosas herramientas de diseño por su potencialidad de lidiar con la integración de diferentes estrategias en un todo. Algunos textos han reconocido este hecho y han incluido una sección de casos de estudio, pero usualmente se limita a una breve tabla de información que no entrega al lector información comprensible del caso en su totalidad.

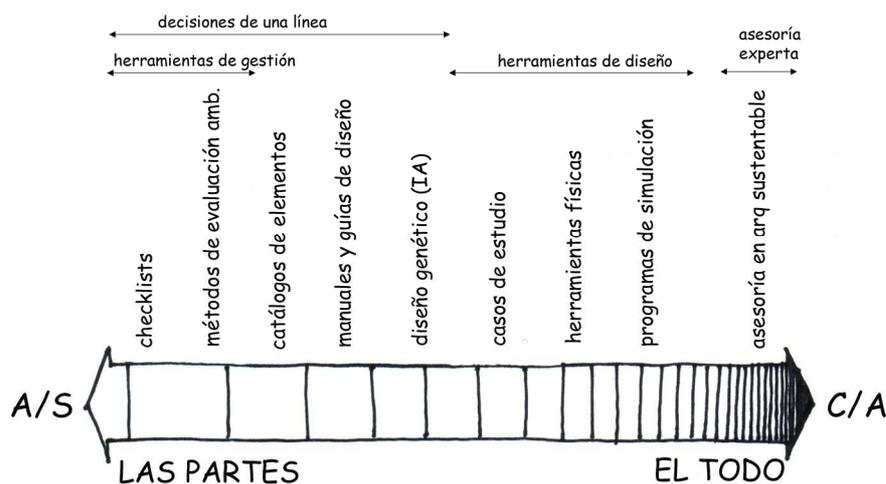


Figura 5. Herramientas de diseño de acuerdo a su énfasis en el todo o en las partes.
Figure 5. Design tools according to their emphasis on the whole or the parts.

Basándonos en esta idea, las herramientas de diseño sustentable pueden ser ordenadas de acuerdo a su relación con el paradigma Análisis/Síntesis o Conjetura/Análisis en un diagrama continuo (Figura 5). Las *checklists*, métodos de evaluación y certificación ambiental, catálogos de elementos, manuales y guías de

diseño, están contruidos en base a una lógica de descomposición y recomposición, donde las partes son más importante que el todo, por lo que representan valiosas herramientas para gestión de proyecto y para asistir decisiones 'de una línea' (especificaciones). El diseño genético basado en inteligencia artificial se ubica en un sector medio debido a que los principales aportes como herramientas de diseño sustentable se ven en soluciones específicas que responden a requerimientos de comportamiento, como por ejemplo forma y tamaño de ventanas o de protecciones solares, por lo que su énfasis estaría nuevamente orientado a las partes.

Por otro lado, las herramientas de simulación energético-ambiental computacional, herramientas de análisis físico y los casos de estudio se acercan a la lógica Conjetura/Análisis ya que asisten las decisiones de diseño que integran diversas variables, donde el todo es más importante que las partes. Finalmente, ubica en un extremo a la asesoría de expertos que aunque no necesariamente una herramienta, constituye una estrategia exitosa para enfrentar la integración.

El diagrama no pretende proponer que algunas herramientas son más apropiadas para las primeras etapas de diseño, mientras que otras se ajustan a las etapas finales; ya que los arquitectos lidian con el todo y las partes en forma simultánea. Tampoco propone que algunas herramientas son más efectivas que otras, sino que lo que propone es que diferentes herramientas sirven diferentes propósitos en el proceso de diseño.

Conclusiones

El entendimiento del concepto de Proceso de Diseño Integrado desde la perspectiva del paradigma Conjetura/Análisis sugiere que la aproximación debe ir mucho más allá de lo meramente metodológico para focalizarse en la naturaleza del problema. Esto implica que el proceso integrado no va a ocurrir simplemente porque sentamos a arquitectos e ingenieros en la misma mesa con el objetivo de trabajar juntos – incluso entregándoles métodos y herramientas para asistir este trabajo – sino que es necesario que sucedan cambios más profundos.

Uno de estos cambios debe ocurrir en la educación. Los casos de estudio de esta investigación sugieren que los arquitectos e ingenieros comparten conocimientos y habilidades, además del carácter de diseñadores. Esto tiene interesantes implicancias para la educación ya que requiere que cada disciplina cubra conocimientos y habilidades básicas de la otra, resultando en un 'nuevo arquitecto' y un 'nuevo ingeniero', diferente a lo que conocemos tradicionalmente, que además compartan un lenguaje común que facilite la comunicación.

Dentro de esta perspectiva, existe una nueva tendencia en educación que ha identificado esta zona de traslape y la ha constituido en una nueva profesión con carácter propio. Este es el caso de la carrera de Ingeniería en Arquitectura y Diseño Ambiental que dictan algunas Universidades europeas que enfrentan estos nuevos desafíos desde una aproximación integrada al diseño arquitectónico sustentable.

La disseminación de casos de estudio rigurosos y detallados con clara referencia al contexto es otra clave importante para orientar la integración de criterios de sustentabilidad y eficiencia energética en el proceso de diseño. Aunque parece evidente, es impactante advertir que la mayoría de los textos tratan los temas de manera aislada y desasociados del contexto climático, económico o social, lo que limita muchísimo su potencial de constituirse en referencias para la toma de decisiones de diseño. En aquellos textos que sí

incluyen casos de estudio, estos se limitan a una ficha de síntesis o un breve texto que tampoco contribuyen al objetivo. La complejidad del tema requiere de la diseminación exhaustiva de casos de estudio que además incluyan resultados del comportamiento post-ocupación, que permitan que ciclo de diseño – construcción – ocupación retorne al punto inicial de un nuevo proyecto iluminado por los conocimientos generados.

Agradecimientos

La primera etapa de esta investigación fue realizada con el apoyo de AIBan Office, MECESUP/ Universidad del Bío-Bío y University of Nottingham. La segunda etapa fue realizada con el apoyo de FONDECYT N° 11070148, patrocinado por la Universidad del Bío-Bío, Chile. Parte de este artículo fue presentado en la Conferencia Internacional PLEA 2009, Quebec, Canadá.

Referencias

- ALEXANDER, C. 1964. *Notes on the synthesis of form*. Cambridge, Harvard University Press, 216 p.
- BAMFORD, G. 2002. From analysis/synthesis to conjecture/ analysis: a review of Karl Popper's influence on design methodology in architecture. *Design Studies*, **23**(3):245-261.
- BROADBENT, G. 1973. *Design in Architecture: architecture and the human sciences*. London, John Wiley and Sons, 504 p.
- HEATH, T. 1993 Creativity in architecture. In: B. FARMER; H. LOUW (eds.), *Companion to contemporary architectural thought*. London & New York, Routledge.
- HILLIER, B.; MUSGROVE, J.; O'SULLIVAN, P. 1972. Knowledge and design. In: W.J. MITCHELL (ed.), *Environmental Design: Research and Practice*. Los Angeles, University of California, p. 245-264.
- LAWSON, B. 1997. *How designers think: the design process demystified*. 3ª ed., Oxford, Architectural Press, 318 p.
- LÖHNERT, G.; DALKOWSKI, A.; SUTTER, W. 2003. *Integrated Design Process: a guideline for sustainable and solar-optimised building design*. Berlin, IEA International Energy Agency.
- POPPER, KARL. 1989. *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*. 5ª ed., London, Routledge, 431 p.
- SCHÖN, D. 1991. *The reflective practitioner: How professionals think in action*. 2ª ed., Aldershot, Ashgate, 374 p.

Submetido em: 21/08/2009

Aceito em: 13/09/2009