

# Resumen esquemático

---

116

## PRIMERA PARTE: ANTECEDENTES GENERALES

### 1. El concepto de constructividad

#### 1.1. Origen del concepto de constructividad

##### 1.1.1. Panorama histórico de la relación diseño-construcción

- Desde la antigüedad y hasta el Medioevo, todas las tareas necesarias para la construcción de un edificio, desde el diseño hasta la dirección de las obras, se fundían en una misma persona: el architekton, y posteriormente, master maçon.
- La primera revolución ocurrió en el Renacimiento, cuando por primera vez se separaron las tareas de diseñar y construir.
- La segunda revolución ocurrió en la Revolución Industrial con el surgimiento de la ingeniería moderna y una definitiva separación y especialización de actividades.
- En la actualidad, las tareas de diseñar, calcular, construir e incluso coordinar se encuentran totalmente separadas, y la tendencia aparente es una progresiva, creciente y mayor especialización.

##### 1.1.2. Características de la industria de la construcción actual

###### a. Especialización de actividades

- Ocasiona dos tipos de problemas: (1) los objetivos de las distintas especialidades son esencialmente diferentes y semicompetitivos y (2) los límites de acción y alcance de las distintas especialidades no están complementemente definidos.

*b. Métodos contractuales de construcción*

- Sistemas contractuales no integrados (i.e. por licitación o subcontratación) impide al diseñador conocer e integrar las características propias del trabajo del constructor
- La Inspección Técnica de Obra (ITO) externa, tradicionalmente responsabilidad del arquitecto, desliza parcialmente a los diseñadores del aprendizaje en obra.
- La presión por tiempo implica que (1) el tiempo de estudio y desarrollo se reduce al mínimo y (2) las obras se comienzan a construir antes que el diseño esté terminado.

*c. Complejidad técnica de las tecnologías de construcción*

- Es cada vez mayor, lo que impide al arquitecto conocer todas las tecnologías. Debe concentrarse en aquel conocimiento que efectivamente impactará el diseño.

*d. Competencia por productividad*

- La industria exige al diseño cada vez mayor calidad y productividad tanto en el producto final, como en el proceso de construcción (rápido, fácil, económico, seguro)

1.1.3. Surgimiento del concepto de constructividad

- Nace en Inglaterra en la década de los 80 después de una serie de estudios que señalaron la fragmentación de la industria y la falta de conocimiento constructivo de los diseñadores como causas de pérdida de productividad en construcción.
- Se definía como “la manera en la cual el diseño de un edificio facilita su construcción”. El enfoque estaba en el diseño y el trabajo de los diseñadores.
- Más tarde en EEUU se acuñó el término “constructabilidad”, bastante similar, pero con un enfoque que incluía todas las etapas de proyecto y más centrado en la gestión.
- A partir de entonces diversos investigadores han estudiado el tema, usando ambos conceptos en forma intercambiada y siempre dentro del campo de la ingeniería.

1.2. Definición del concepto de constructividad

1.2.1. Constructividad como atributo del diseño

- Definición: “Grado en el cual un diseño permite una mayor facilidad y eficiencia de construcción, sujeto a todos los requerimientos del cliente y del proyecto”.
  - Es un atributo del diseño, que depende del trabajo de los diseñadores
  - Es graduable, va desde cero al infinito.
  - Es teóricamente medible y comparable entre dos proyectos, aun cuando (todavía) no existen sistemas universales y objetivos de medición.
  - Está sujeta a otras variables de proyecto, eventualmente puede ser postergada por otras consideraciones de diseño más importantes.

### 1.2.2. Diferencia entre constructividad y constructabilidad

- Ambos comparten el objetivo final de lograr facilidad y eficiencia de construcción.
- La constructividad se relaciona exclusivamente con la etapa de diseño; la constructabilidad se relaciona con la gestión de todas las etapas del desarrollo de proyecto.
- La constructividad es un atributo del diseño, la constructabilidad es un enfoque en la administración de proyectos.

### 1.2.2. Diferencia entre constructividad y otros conceptos

#### *a. Diferencia entre constructividad y factibilidad de construcción*

- Factibilidad es un concepto binario (sí-no, es factible o no), la constructividad es un concepto gradual. Un proyecto no factible tiene constructividad nula.

#### *b. Diferencia entre constructividad e integración diseño-construcción*

- El conocimiento de constructividad por los diseñadores se hace críticamente necesario cuando no se puede dar integración diseño-construcción.

#### *c. Diferencia entre constructividad y Gestión de Calidad Total*

- La GCT es un concepto mayor que se aplica a todos los procesos organizativos y productivos del proyecto, dentro del cual el mejoramiento de la constructividad se realiza en la etapa de diseño. Grado de constructividad es indicador de calidad.

### 1.3. Importancia de la constructividad como atributo del diseño

#### *a. Desde el punto de vista del proyecto*

- Entre más temprano se tome una decisión de proyecto mayor impacto tiene y menor costo implica.
  - *Calidad:* Diseños con mayor constructividad generan obras de mejor calidad
  - *Tiempo:* Diseños con mayor constructividad permiten disminuir el tiempo de construcción; y optimiza el tiempo del diseñador.
  - *Costo:* diseño con mayor constructividad tienen mayor costo inicial, pero menor costo total. Además disminuyen costos post-construcción.
  - *Seguridad:* Diseño con mayor constructividad generan obras con menor riesgo.

#### *b. Desde el punto de vista de la industria*

- Diseños con mayor constructividad están correlacionados con mayor productividad y en obra y mayor rentabilidad en la empresa, que se traducen en mayor competitividad-país de la industria y beneficio social por mayor eficiencia.

#### *c. Desde el punto de vista del arquitecto*

- Beneficios económicos por un trabajo con mayor valor agregado y ahorro de costos.

- Beneficios no económicos por satisfacción y orgullo profesional
- Es una obligación ética profesional

## 2. Conocimiento de constructividad

119

### 2.1. Descripción del conocimiento de constructividad

#### 2.1.1. Características del conocimiento de constructividad

##### *a. De naturaleza principalmente tácita*

- Principalmente reside en las mentes de los expertos; asociado a experiencias, habilidades, visiones o intuiciones técnicas y generales.
- Un porcentaje menor es explícito, en la forma de documentos escritos y/o gráficos.
- En general es de difícil articulación y transferencia.

##### *b. Es principalmente procedimental e instrumental*

- Es procedimental en cuanto un arquitecto con conocimiento de constructividad lo que sabe es “hacer algo” (diseñar con alta constructividad). Es instrumental en cuanto es una herramienta que respalda el proceso de diseñar.
- Sirve para (1) analizar y entender el problema de diseño, (2) proveer alternativas de solución, (3) comparar alternativas y (4) seleccionar alternativas.

##### *c. Es conocimiento relacional*

- Relaciona variables de proceso (construcción) con variables de producto (edificio)

##### *d. Es dependiente de su contexto físico y temporal*

- Una solución particular que otorga más constructividad a un diseño en un cierto contexto de proyecto puede restarla en otro.
- Sin embargo, es un cuerpo de conocimiento consistente, pues las variables y relaciones de son las mismas a todos los contextos de diseño, aún cuando los valores específicos cambien de situación en situación.

##### *e. De especificidad graduable*

- Puede ser general, asociado a conceptos que son aplicables a la mayoría de los proyectos, o específico, asociado a aspectos puntuales de cada situación en particular.
- El conocimiento general es prioritario durante las primeras etapas del diseño y el específico es necesario para las etapas de desarrollo

##### *f. Altamente fragmentado y disperso*

- Es fragmentado porque no existe conocimiento que sea integral y completo, ni siquiera sobre un punto en específico. Es disperso porque reside en las mentes de los expertos, que se encuentran distribuidos espacial y temporalmente.

### 2.1.2. Producción y transferencia del conocimiento de constructividad

- El principal método para la creación de conocimiento de constructividad es una mezcla entre experiencia (en la propia acción), reflexión (sobre los resultados de los propios diseños) y crítica (de pares o de retroalimentación desde obra).
- Los dos mecanismos de interacción social más relevantes para transferir conocimiento de constructividad son: la socialización y la externalización.

#### *a. Socialización*

- Es el proceso de interacción y traspaso de conocimiento tácito que se da por el contacto directo entre individuos en un contexto productivo.
- Su operatoria básica involucra observación, imitación y práctica
- Es el mecanismo más usado dentro de la comunidad profesional de arquitectos.
- Puede ser *interna* (dentro de un mismo equipo de trabajo) o *externa* (entre equipos diferentes o una comunidad de práctica)

#### *b. Externalización*

- Es el proceso de formalización del conocimiento tácito en un soporte explícito que permita ser distribuido en forma independiente.
- Tiene 4 etapas principales: (1) conocimiento tácito-general → (2) conocimiento tácito-específico → (3) conocimiento explícito-específico → (4) conocimiento explícito-general
- Formalizar conocimiento tácito es un proceso lento y complejo, pero una vez que está hecho, es mucho más fácil y eficiente de transferir.
- El principal potencial de la externalización está en el área de la educación

## 2.2. Formalización del conocimiento de constructividad

### 2.2.1. Aproximaciones a la formalización del conocimiento de constructividad

- Distintos autores han propuesto mecanismos y modelos para formalizar el conocimiento de constructividad, sin existir todavía un resultado de acuerdo general.
- A grandes rasgos, los formatos han seguido una línea de evolución que comprende (1) conjuntos de recomendaciones generales y/o reglas específicas aisladas, (2) síntesis de factores transversales y/o principios generales transversales, (3) clasificaciones de factores y (4) modelos integradores.

### 2.2.2. Formatos para la formalización del conocimiento de constructividad

- Tradicionalmente se ha hecho por medio de afirmaciones declarativas directas, precisas y breves que buscan “encapsular” un aspecto puntual de una buena práctica de diseño/construcción.

- Se diferencian 4 niveles de especificidad y aplicabilidad:
  - *Factor*: Indicador general que alerta sobre lo que debe ser considerado en las decisiones de diseño. No es prescriptivo, aplicable en casi todas las situaciones
  - *Principio*: Criterio básico que orienta las decisiones de diseño, señalando la tendencia generalmente adecuada. Prescriptivo en su nivel más general.
  - *Pauta*. Guía de carácter práctico que recomienda una decisión de diseño en un contexto específico y que deriva de la aplicación práctica de un principio en un contexto definido. Es ejecutable, observable y medible.
  - *Regla*: Indicación concreta que restringe directa y explícitamente una decisión de diseño, incluso en términos cuantitativos.
- Factores y principios son comunes a cualquier proyecto; pautas y reglas son dependientes del contexto en que fueron definidas

### 3. Integración del conocimiento de constructividad en el diseño

#### 3.1. Bases para la integración de conocimiento de constructividad en el diseño

- (Proceso de) diseño se define como “una serie de opciones y decisiones que tienen por propósito equilibrar distintos objetivos de proyecto, semicompetitivos entre sí, a fin de proveer una solución efectiva a un conjunto particular de necesidades del cliente, usuario y del propio proyecto”.
- Administrativamente, el proceso de diseño sigue una organización lineal, secuencial de etapas crecientes en especificidad y detalle.
- Creativamente, el proceso de diseño sigue una organización cíclica repetitiva de análisis – propuesta, con 5 etapas: (1) definir objetivos, (2) detectar restricciones, (3) integrar variables, (4) evaluar posibilidades y (5) hacer elecciones
- De acuerdo a esto, se distinguen dos modelos de integración de conocimiento:
  - *Modelo lineal acumulativo*: derivado de una concepción administrativa del diseño, en las primeras etapas se resuelven las variables formales y espaciales y posteriormente se resuelven las variables estructurales o constructivas.
  - *Modelo sistémico enfático*: derivado de la concepción creativa del diseño, todas las variables de diseño (formales, espaciales, estructurales, constructivas, etc.) existen en forma integrada desde un comienzo y progresivamente van incrementando de complejidad y de énfasis.
- Combinando ambos modelos, el conocimiento de constructividad debe existir e integrarse desde las más tempranas etapas de diseño, pero variando su contenido, especificidad y complejidad a lo largo de las distintas etapas administrativas.

- El modelo tridimensional de integración de conocimiento de constructividad ordena el conocimiento siguiendo una matriz tri-variable que relaciona (1) proceso de diseño (¿cuando se toma la decisión?), (2) producto de diseño (¿sobre qué se toma la decisión?) y (3) información específica de constructividad (¿qué hay que considerar para tomar la decisión?).

### 3.2. Mecanismos de integración del conocimiento de constructividad en el proceso de diseño

#### 3.2.1. Mecanismos de integración en el ambiente profesional

##### *a. Revisiones de expertos*

- Revisión sistemática y exhaustiva del expediente de diseño por parte de un equipo de profesionales expertos en construcción, quienes basados en su propia experiencia y conocimiento tácito, prevén los problemas e informan a los diseñadores los puntos que requieren mejoramiento.
- Pueden ser *internas* (quien revisa es quien construirá) o *externas* (es diferente)
- Es el más usado, pero es muy ineficiente. Alto consumo tiempo y trabajo

##### *b. Modelos*

- *Modelos de producto*: lo que se simula es el objetivo físico y material (el edificio propiamente tal). Pueden ser virtuales o físicos. Destaca tecnología BIM.
- *Modelos de proceso*: lo que se simula son los procesos de construcción incluyendo flujo de materiales y recursos. Son virtuales. Destaca tecnología VDC.

##### *c. Retroalimentación desde obra*

- Sistema de comunicación fluido entre constructor y diseñador que informa desempeño en obra para ajustes de diseño
- No es método de incorporación de conocimiento porque funciona *a posteriori*.

##### d. Instrumentos de control de gestión

- Instrumentos de seguimiento y evaluación del diseño en obra a través del registro escrito (istas de chequeo, matrices, registro de lecciones aprendidas, bitácoras, etc.).

#### 3.2.2. Mecanismos de integración en el ambiente académico

- Dado que diseñar con constructividad es un “saber hacer”, más que un contenido que agregar, constituye una competencia que desarrollar.
- El principal mecanismo es situar al estudiante en el contexto de un problema de diseño para cuya solución requiera necesariamente obtener, sintetizar y aplicar conocimiento de constructividad.
- Los contextos deben ser progresivos en su grado de control, abstracción y complejidad.

4. Panorama general de los sistemas de organización del conocimiento de constructividad

- CIRIA (1983) y CII (1987) constituyen las dos bases bibliográficas más importantes, proponiendo definiciones, principios y reglas de constructividad y constructabilidad, respectivamente. A partir de ellas distintos autores han propuesto nuevas estructuras, complementando nuevas áreas, puntualizando aspectos específicos o simplemente reordenando y actualizando estos dos trabajos.
- En resumen, los conceptos que los autores han relacionado explícita o implícitamente con el grado de constructividad son: flexibilidad, simplicidad, prefabricación, pre-montaje, estandarización, modularización, mano de obra, procedimientos constructivos, secuencias constructivas, herramientas, materiales, clima, terreno, infraestructura exterior, accesibilidad, instalación de faenas, tiempo, comunicación, coordinación, sistema contractual, tolerancias y seguridad en obra.

5. El concepto de dificultad de construcción y su relación con el diseño

5.1. El concepto de dificultad de construcción

5.1.1. Necesidad de un modelo de dificultad de construcción

- No existe una definición consensuada de “dificultad de construcción”
- Se propone un modelo que define la dificultad de construcción y la descompone en sus elementos constituyentes más elementales, de manera de permitir identificar con absoluta claridad cuál es la influencia que tiene el diseño arquitectónico en el nivel de dificultad de construcción de un proyecto de dificultad.

5.1.2. Modelo Analítico de Dificultad de Construcción (MADC)

- Descompone el concepto de *dificultad de construcción* hasta llegar a indicadores observables, independientes y medibles cualitativa o cuantitativamente.
- Tiene 3 niveles y 2 fases de análisis: análisis operacional y análisis de dificultad.

*a. Primera fase: análisis operacional del proyecto*

- Su propósito es identificar y aislar cada uno de los componentes operacionales (actividades, participantes, tecnologías, condiciones) necesarios para un proyecto.
- El proyecto de construcción se compone de una serie de procesos o actividades denominadas tareas de construcción.
- Cada tarea de construcción está definida por 6 componentes: acciones, sujetos, herramientas, materiales, contexto, restricciones.
- Para realizar el análisis, es necesario identificar todas las tareas y luego para cada tarea, cada uno de sus componentes.



*b. Segunda fase: análisis de dificultad de construcción*

- Su propósito es estimar la dificultad de construcción del proyecto. Opera de forma similar al análisis operacional, pero en sentido inverso
- Cada tarea de construcción tiene asociada una dificultad unitaria. La integración de todas las dificultades unitarias determina la dificultad total de construcción.
- La dificultad unitaria esta dada por la estimación de indicadores de dificultad directamente asociados a los componentes de tarea. Un indicador está definido en la forma “a menor/mayor X, menor/mayor dificultad unitaria”, ceteris paribus.
- El conjunto de indicadores de dificultad es particular a cada proyecto, pero los indicadores en sí mismos son equivalentes entre diferentes proyectos.

5.2. Reducción de la dificultad de construcción desde el diseño

5.2.1. Aproximaciones a la reducción de dificultad total de construcción

- De todos los indicadores de dificultad, algunos pueden ser modificados por el diseño (variables), otros no modificados pero si considerados (restricciones) y otros son indiferentes (ajenos al diseño). La constructividad se enfoca en los dos primeros.
- Existen 4 estrategias o mecanismos analíticos de reducción de dificultad:
  - A través del aumento de características de diseño que impliquen tareas de construcción con menor dificultad unitaria.
  - A través del aumento de características de diseño que impliquen menos tareas de construcción
  - A través de la aumento de la repetición de características de diseño dentro un proyecto, de manera que se reduzca la variabilidad de tareas de construcción.
  - A través del aumento las características de diseño que tienen varias combinaciones de tareas de construcción posibles para lograr el mismo resultado.

6. Estructura de Conocimiento de Constructividad

6.1. Descripción general de la Estructura de Conocimiento de Constructividad (ECC)

- La ECC es un sistema de organización de conocimiento concebido con el objetivo de ordenar en forma sistemática, jerárquica, sintética, accesible y eficiente el conocimiento de constructividad existente y el que está por crearse, desde una perspectiva operativa y útil para el diseño.

*a. Factores*

- Indicador general que alerta sobre lo que debe ser considerado en las decisiones de diseño. No es prescriptivo, aplicable en la mayoría de las situaciones.
- Son especialmente útiles durante las primeras fases de diseño

- La ECC define 10 factores divididos en tres tipos: (1) factores internos a obra; (2) factores externos a obra; y (3) factores transversales:

*b. Principios*

- Criterio básico que orienta las decisiones de diseño, señalando la tendencia generalmente adecuada. Prescriptivo en su nivel más general.
- Útiles en las etapas medias de diseño.
- La ECC define 4 principios: (1) Principio de simplicidad de tareas, (2) Principio de reducción de tareas, (3) Principio de reducción de variabilidad de tareas y (4) Principio de flexibilidad de elección de tareas.

*c. Pautas*

- Guía de carácter práctico que recomienda una decisión de diseño en un contexto específico y que deriva de la aplicación práctica de un principio en un contexto definido. Es ejecutable, observable y medible.
- Las pautas no son universales y por tanto no se pueden sistematizar de manera igual que los factores o principios.

*d. Reglas*

- Indicaciones concretas que restringen directa y explícitamente una decisión de diseño, incluso cuantitativamente. Prescriptiva en el nivel más específico posible.
- Sólo son aplicables a los problemas de diseño que comparten las mismas características específicas del contexto en que fueron definidas.

6.2. Factores de la constructividad

6.2.1. Factores internos a obra

- Aquellos que son propios de las condiciones de trabajo en obra y que son directamente afectables y afectables por el equipo de proyecto.

*a. Mano de obra*

- Determinado por el conjunto de características técnicas, productivas, económicas y socioculturales del grupo humano (obrero y profesional) necesario para la realización de las tareas de construcción definidas por el proyecto

*b. Procedimientos constructivos*

- Determinado por la cantidad, variabilidad, complejidad de realización, riesgo asociado e interrelación entre los procedimientos constructivos necesarios para la realización de las tareas de construcción definidas por el proyecto.
- Incluye la consideración del orden secuencial e interrelación de los procedimientos.

*c. Herramientas*

- Determinado por las características técnicas, tecnológicas y de operabilidad de todas las herramientas, equipos y maquinarias necesarias para la realización de las tareas de construcción definidas por el proyecto.
- Considera (1) los requisitos de las herramientas en cuanto obligaciones de diseño; y (2) las capacidades de las herramientas en cuanto eficiencias de diseño.

*d. Materiales*

- Determinado por las características físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales, productos, insumos y materias primas sobre cuales se ejecutan las acciones necesarias para la realización de las tareas de construcción definidas por el proyecto.

6.2.2. Factores externos a obra

- Aquellos que son propios de las condiciones de trabajo en obra y que son no son directamente afectables ni afectables por el equipo de proyecto (con presunción de encargo).

*a. Clima*

- Determinado por la intensidad y características de las condiciones climáticas, atmosféricas y ambientales de la(s) zona(s) en la(s) que se desarrollarán tareas de construcción definidas por el proyecto.
- Se distinguen: (1) condiciones climáticas agresivas o extremas y (2) condiciones climáticas moderadas o con condiciones atmosféricas cambiantes.

*b. Terreno*

- Determinado por las características topográficas, geotécnicas y ambientales del terreno del proyecto y su entorno inmediato, y por el grado de incertidumbre que se tenga sobre estas características.
- Se diferencian tres ámbitos: (1) características propias del terreno, (2) grado de incertidumbre sobre esas características y (3) características del entorno inmediato.

*c. Accesibilidad*

- Determinado por la cantidad y calidad de espacio libre disponible al interior del terreno y por la capacidad de carga de las vías de acceso a la(s) zona(s) donde se desarrollarán las tareas de construcción definidas por el proyecto.
- Se distingue: (1) accesibilidad interna, referida a las consideración del espacio libre necesario al interior del sitio de construcción; y (2) accesibilidad externa, referida a la consideración del espacio libre y vías de acceso hasta el sitio de construcción.

*d. Tiempo*

- Determinado por la cantidad de tiempo que se requiera para realizar las tareas de construcción definidas por el proyecto.
- Considera: (1) restricciones de tiempo externas a obra, y (2) restricciones de tiempo externas a obra.

6.2.3. Factores transversales

- Aquellos que son propios de las condiciones de trabajo del equipo de proyecto y no que se relacionan necesariamente con las condiciones de trabajo en obra.

*a. Comunicación*

- Definido por la claridad, cantidad, especificidad y calidad de la información del proyecto diseñado y por la fluidez y calidad de comunicación entre el equipo diseñador y el equipo de construcción.
- Se distingue: (1) calidad del producto de comunicación, y (2) calidad del proceso de comunicación o relación vertical.

*b. Coordinación*

- Definido por la coherencia, integración, y complemento entre las distintas especialidades que intervienen en el diseño del proyecto y por la fluidez y calidad de comunicación entre todos los integrantes y especialistas que conforman el equipo diseñador y el equipo de construcción.
- Se distingue: (1) calidad del producto de coordinación, y (2) calidad del proceso de coordinación o relación horizontal.

6.3. Principios de la constructividad

*a. Principio de simplificación de tareas de construcción*

- Consiste en la preferencia de características de diseño que impliquen tareas de construcción con menor dificultad unitaria.
- Deriva de la primera reducción de dificultad del MADC.
- Es el mecanismo más natural e intuitivo de todos.

*b. Principio de reducción de tareas de construcción*

- Consiste en la preferencia de características de diseño que impliquen menor cantidad de tareas de construcción
- Deriva de la segunda reducción de dificultad del MADC.
- Explica la prefabricación e industrialización como estrategias de mejoramiento de constructividad.

*c. Principio de reducción de variabilidad de tareas de construcción*

- Consiste en la repetición de características de diseño que impliquen una misma o muy similar tarea de construcción, y en la homogeneización de características de diseño con mínima variación que impliquen diferentes tareas de construcción.
- Deriva de la tercera reducción de dificultad del MADC.
- Explica la estandarización y modularización como estrategias de mejoramiento de constructividad

*d. Principio de flexibilidad de elección de tareas de construcción*

- Consiste en la preferencia de características de diseño que tengan más de una manera de construirse, con un mismo resultado final, y la posterior cesión al constructor de la elección de combinación de tareas de construcción que mejor se adapte a las condiciones de obra.
- Se basa en la presunción de conocimiento experto, según el cual se reconoce que el conocimiento específico sobre procesos de construcción es propio de los constructores, y por lo tanto, las decisiones en estas materias son más óptimas cuando son tomadas por ellos.

6.4. Ejemplos de pautas y reglas de constructividad

- La definición de pautas debe considerar 6 requisitos de forma y fondo:
  - El contenido principal debe ser una decisión de diseño, directamente.
  - Debe ser específica a “una” decisión de diseño (no “varias”).
  - Debe señalar concretamente una dirección específica hacia dónde orientar la decisión de diseño
  - Debe tener un un contexto de aplicación definido y claramente determinado
  - Debe ser ejecutable, observable y medible.
  - Debe señalar la razón o explicación de la orientación recomendada, a fin de que sea posible de evaluar por el diseñador en el contexto o problema de diseño
- La definición de reglas, en general, comparte los mismos criterios de estructura que una pauta, pero debe ser más específica y detallada, dejando muy poco espacio para evaluación o interpretación por del diseñador.

*Análisis de dificultad:* Segunda fase de análisis del MADC, en la cual se revisa cada uno de los componentes operacionales detectados en la primera fase y se determina su nivel de dificultad independiente asociada.

*Análisis operacional:* Primera fase de análisis del MADC, en la cual se examina el proyecto y se descompone sucesivamente identificando cada una de las operaciones en obra necesarias de realizar, sus componentes y características básicas, hasta llegar al nivel más específico posible.

*Componentes de tarea:* Dentro del MADC, cada uno de los 6 componentes fundamentales que definen y caracterizan a una tarea de construcción. Los 6 componentes son (1) acciones, (2) sujetos, (3) herramientas, (4) materiales, (5) contexto, y (6) restricciones.

*Conocimiento de constructividad:* Conjunto de saberes, experiencias, habilidades e intuiciones que se encuentran tácitamente en las mentes de los expertos, y de información y datos explícitos contenidos en documentos escritos y gráficos que se refieren a la manera de optimizar un diseño para lograr mayor facilidad y eficiencia en su construcción.

*Constructabilidad:* Enfoque de administración de la construcción que promueve la gestión eficiente del conocimiento y experiencia en construcción para optimizar todas las etapas de desarrollo del proyecto y lograr cumplir los objetivos de proyecto con los menores recursos posibles.

*Constructividad:* Grado en el cual un determinado diseño permite una mayor facilidad y eficiencia de construcción, sujeto a todos los requerimientos del cliente y del proyecto.

*Datos generales o ajenos al diseño:* Dentro del MADC, indicador de dificultad que no tiene relación alguna con el diseño.

*Dificultad total de construcción:* Dentro del MADC, la integración sumatoria de todas las dificultades unitarias de todas las distintas tareas de construcción de un proyecto de construcción.

*Dificultad unitaria:* Dentro del MADC, indicador que describe el grado de dificultad de realización de una tarea de construcción específica de un proyecto y momento dado.

*División administrativa del proceso de diseño:* Segmentación clásica del proceso de diseño que divide linealmente un proyecto en etapas consecutivas, diferentes en naturaleza y objetivos, crecientes en complejidad y nivel de detalle y que supone el cumplimiento satisfactorio de una etapa

antes de pasar a la siguiente. En el modelo chileno, las etapas son: (1) croquis, (2) anteproyecto (3) planos generales, (4) planos de detalles y de construcción y especificaciones técnicas.

División creativa del proceso de diseño: Segmentación alternativa del proceso de diseño que divide progresivamente un proyecto en una serie indefinida de iteraciones o ciclos de un mismo mecanismo básico de análisis-propuesta, creciente en complejidad. Los resultados de cada ciclo no son independientes, sino que se revisan y reprocessan en el ciclo posterior. Las etapas básicas del ciclo son: (1) definir objetivos, (2) detectar restricciones, (3) integrar variables, (4) evaluar posibilidades y (5) hacer elecciones.

Estructura de Conocimiento de Constructividad (ECC): Sistema de organización de conocimiento concebido con el objetivo principal de ordenar en forma sistemática, jerárquica, sintética, accesible y eficiente el conocimiento de constructividad existente y el que está por crearse, desde una perspectiva operativa y útil para el diseño, especialmente, en las fases iniciales.

Factor de constructividad. Primer componente de la Estructura de Conocimiento de Constructividad (ECC). Indicador general que alerta sobre lo que debe ser considerado en las decisiones de diseño. No es prescriptivo. Es propia del (buen) diseño en general, siendo aplicable en la amplia mayoría de las situaciones, aunque con diferencias de intensidad (en cierto diseño un factor puede ser más importante que otro). Los factores de constructividad son especialmente útiles durante las primeras fases de diseño, en la cual se analiza el problema de estudio y se comienzan a detectar aquellos aspectos claves que definen el proyecto.

Factores externos a obra: En la ECC, aquellos factores de constructividad que son propios de las condiciones de trabajo en obra y que son no son directamente afectables ni afectables por el equipo de proyecto (con presunción de encargo). Son factores transversales (1) Clima, (2) Terreno, (3) Accesibilidad y (4) Tiempo

Factores internos a obra: En la ECC, aquellos factores de constructividad que son propios de las condiciones de trabajo en obra y que son directamente afectables y afectables por el equipo de proyecto. Son factores internos (1) Mano de obra, (2) Procedimientos constructivos, (3) Herramientas, y (4) Materiales.

Factores transversales: En la ECC, aquellos factores de constructividad que son propios de las condiciones de trabajo del equipo de proyecto y no que se relacionan necesariamente con las condiciones de trabajo en obra. Son factores transversales (1) Comunicación y (2) Coordinación.

Formalización del conocimiento de constructividad: Proceso de transformación de conocimiento tácito en conocimiento explícito en algún formato previamente definido a fin de permitir su transferencia y distribución en forma independiente.

Indicador de dificultad Dentro del MADC, medida cuantitativas o cualitativas, observables e independientes, que describen la complejidad específica de una variable particular relevante de alguno de los 6 componentes básicos de una tarea de construcción. Un indicador de dificultad establece una relación directa, objetiva y racional entre una variable operacional de construcción y el nivel de dificultad de la tarea.

Modelo analítico de dificultad unitaria (MADC): Estructura de ordenamiento conceptual que permite tomar el concepto genérico de dificultad de construcción y descomponerlo sucesivamente en progresivos niveles de análisis hasta llegar a indicadores observables, independientes y medibles cuantitativa o cualitativamente. Consecuentemente, el MADC permite visualizar con absoluta claridad cuál es la influencia que tiene el diseño arquitectónico en el nivel de dificultad de construcción de un proyecto, y por lo tanto, delimitar específicamente el campo de acción para el mejoramiento de constructividad.

Modelo lineal acumulativo: Modelo de integración de conocimiento de constructividad en el diseño, derivado de una concepción administrativa del proceso de diseño, según el cual en las primeras etapas se resuelven las variables formales y espaciales y posteriormente en las etapas finales se resuelven las variables estructurales o constructivas. El conocimiento de constructividad, por lo tanto, aparece en las etapas intermedias o finales del proceso.

Modelo sistémico enfático: Modelo de integración de conocimiento de constructividad en el diseño, derivado una concepción creativa del diseño, según el cual todas las variables de diseño (formales, espaciales, estructurales, constructivas, etc.) existen desde un comienzo en un sistema integrado que progresivamente va incrementando de complejidad y de énfasis a lo largo de las etapas administrativas. El conocimiento de constructividad, por lo tanto, existe desde un primer momento en el diseño, pero su énfasis o función auxiliar en el proceso va cambiando según vaya aumentando en nivel de complejidad y el énfasis de diseño a lo largo del desarrollo del proyecto.

Modelo tridimensional de integración del conocimiento de constructividad: Modelo que organiza el conocimiento partir de las necesidades de información del arquitecto, siguiendo una matriz tri-variable que relaciona (1) proceso de diseño (¿cuando se toma la decisión?), (2) producto de diseño (¿sobre qué se toma la decisión?) y (3) información específica de constructividad (¿qué hay que considerar para tomar la decisión?).

Pauta: Tercer componente de la Estructura de Conocimiento de Constructividad (ECC). Guía de carácter práctico que recomienda una decisión de diseño en un contexto específico y que deriva de la aplicación práctica de un principio en un contexto definido. Es ejecutable, observable y medible. Es prescriptiva directa, a modo de táctica. Es aplicable sólo a los problemas de diseño que comparten el contexto específico en el fue definida.



Principio de Constructividad: Segundo componente de la Estructura de Conocimiento de Constructividad (ECC). Criterio básico que orienta las decisiones de diseño, señalando la tendencia generalmente adecuada. Es prescriptivo en su nivel más general, a modo de estrategia. Es aplicable a la mayoría de los problemas de diseño en contextos tradicionales. Los principios de constructividad son útiles en las etapas medias de diseño cuando las principales decisiones ya están parcialmente tomadas y comienzan a definirse los primeros detalles. Los 4 principios fundamentales son: (1) Principio de simplicidad de tareas de construcción, (2) Principio de reducción de tareas de construcción, (3) Principio de reducción de variabilidad de tareas de construcción y (4) Principio de flexibilidad de elección de tareas de construcción.

Proceso de diseño: Serie de opciones y decisiones que tienen por propósito equilibrar distintos objetivos de proyecto, semicompetitivos entre sí, a fin de proveer una solución efectiva a un conjunto particular de necesidades del cliente, usuario, y del propio proyecto.

Proyecto de construcción: Dentro del MADC, una empresa altamente compleja que involucra una serie extensa pero limitada de procesos y actividades coordinadas, que se desarrollan en forma paralela o secuencial, cada uno con sus propias tecnologías, participantes y recursos productivos necesarios, con el fin último y principal de realizar materialmente un edificio concreto.

Regla: Cuarto componente de la Estructura de Conocimiento de Constructividad (ECC). Indicación concreta que restringe directa y explícitamente una decisión de diseño, incluso en términos cuantitativos. Es prescriptiva en el nivel más específico posible. Sólo es aplicable a los problemas de diseño que comparten las mismas características específicas del contexto en que fue definida. Varía intensamente según los detalles de cada proyecto.

Restricción de diseño: Dentro del MADC, indicador de dificultad que no puede ser directamente modificado por el diseño, aunque sí considerado.

Tarea de construcción: Dentro del MADC, proceso físico, que ocurre dentro del sitio de obra o fuera de él, con un grupo definido de participantes y recursos, cuyo objetivo específico es parcial y subsidiario del objetivo de proyecto. Analíticamente, una tarea de construcción se define como el conjunto de (1) acciones que realizan ciertos (2) sujetos, con ciertas (3) herramientas, con ciertos (4) materiales, en cierto (5) contexto y bajo ciertas (6) restricciones, con el objetivo de ser un aporte parcial y subsidiario al objetivo final del proyecto de construcción.

Variable de diseño: Dentro del MADC, indicador de dificultad que puede efectivamente ser modificado por el diseño.