

# Pensamiento crítico para el Pensamiento gráfico

CAÑAS, Ignacio  
BAYOD, Carlos  
VELILLA, Cristina  
DE SAN ANTONIO, Carlos

*Universidad Politécnica de Madrid*

## RESUMEN

PASSMORE (1967) define el Pensamiento Crítico como un proceso que es a la vez reflexivo e imaginativo, cualidades imprescindibles en todo proceso de diseño. En este artículo nos centramos en la utilización del Pensamiento Crítico para mejorar lo que se ha dado en llamar Pensamiento Gráfico.

El trabajo se divide en dos partes complementarias. En la primera, se formula un marco teórico en torno a los conceptos de *Pensamiento Crítico* y *Pensamiento Gráfico*, para proponer una metodología de enseñanza de la ingeniería que relacione ambos conceptos. En la segunda, se aplican dichos aspectos al estudio de una herramienta esencial dentro del proceso de diseño, el *diagrama*, y a la manera de proyectar en la contemporaneidad.

**Palabras clave:** Pensamiento Crítico, Pensamiento Gráfico, Diagrama, Diseño.

## ABSTRACT

Critical thinking is defined by PASSMORE (1967) as a process that is both reflexive and imaginative, essential aspects of the design process. This paper focuses on the use of Critical Thinking to improve what we call Graphic Thinking.

The content is two fold. The first part establishes a theoretical framework around the concepts of *Critical Thinking* and *Graphic Thinking*, in order to propose a methodology for engineering education through the combination of both concepts. The second one deals with those concepts, which are applied to one of the basic tools within the design process, *the diagram*, analysing through it the contemporary way of designing.

**Key words:** Critical Thinking, Graphic Thinking, Diagram, Design.

## 1. Introducción

Todo pensamiento es difícilmente separable de su modo de expresión y formulación. Para que aparezca un objeto (intelectual, arquitectónico, industrial) de calidad es necesario que el proceso que lo ha generado sea a su vez de calidad. El Pensamiento Crítico (PC) y el Pensamiento Gráfico (PG) son métodos pertenecientes a campos diferentes, pero que tienen en común la voluntad de sistematizar procesos complejos, ambos con la misma finalidad última: la resolución de problemas, con medios y resultados de calidad.

En la primera parte de este trabajo se repasan los conceptos de PC y PG, así como sus más recientes aplicaciones al campo de la enseñanza del diseño en ingeniería. En un sentido amplio, la ingeniería consiste en desarrollar asociaciones heterogéneas entre elementos dispares (CHINCHILLA-MUNIESA, 2004). Es esencial, pues, proporcionar al ingeniero las herramientas conceptuales que le permitan manejar con soltura sistemas complejos. Creemos, por tanto, fundamental dar a conocer dos métodos de sistematización como son el PC y PG que pueden formar parte de una metodología de diseño y resolución de problemas propia del ingeniero. Incluso dando un paso más, avanzaremos unas notas de lo que creemos podría ser una metodología de enseñanza combinada de PC aplicado a PG.

En la segunda parte, se estudia el diagrama como instrumento de diálogo; monólogo del diseñador consigo mismo y diálogo con su grupo de trabajo o el cliente. "(...) Como medio, el diagrama obedece a una doble función: es una forma de anotación, analítica y reflexiva que resume; pero también es un instrumento de pensamiento, de síntesis y de producción que crea" (BIJLSMA-DEEN-GARRITZMAN, 1998). O según el *Diccionario Metápolis de Arquitectura Avanzada* (2001), "Como un médium, el diagrama juega un doble papel. Es un modo de notación (de análisis, de reconocimiento y de reflexión) pero también es una máquina de acción (generativa, sintética y productiva). Diagnóstico y respuesta. Mapa y trayectoria". El modo en que el ingeniero usa el diagrama a veces favorece a la primera de estas funciones, a veces a la última. Más a menudo el diagrama constituye una solución práctica que le posibilita a uno expresar de manera simple una complejidad en la comunicación con los miembros del equipo de trabajo, el cliente o el público general.

En este artículo nos centraremos en el diagrama como herramienta conceptual a través de la cual las cosas evolucionan, reapareciendo transformadas eventualmente (LOOTSMA, 2002). En los últimos años el diagrama ha ocupado un lugar esencial en los debates referentes al diseño arquitectónico. Nos serviremos de las más recientes teorías en torno al uso de los diagramas para tratar de importarlos y adaptarlos al proceso de diseño del ingeniero.

## 2. Pensamiento Crítico

El Pensamiento Crítico (PC) es ese modo de pensar según el cual el pensante mejora la calidad de su pensamiento al apoderarse de las estructuras inherentes al acto de pensar y someterlas a estándares intelectuales (PAUL-ELDER, 2003). El PC ha dado lugar a multitud de metodologías de pensamiento aplicadas a los diferentes campos de la actividad humana que requieren una alta sistematización en sus procesos de razonamiento, análisis o toma de decisiones. El modelo que propone PAUL-ELDER, de extensa aplicación en la enseñanza, se resume así:

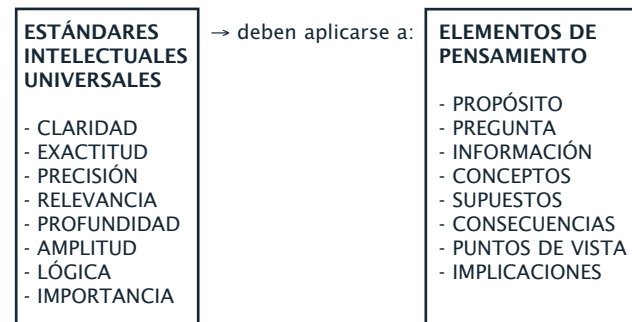


Figura 1. Modelo de Pensamiento Crítico de PAUL-ELDER

El modelo de Pensamiento Crítico elaborado por PAUL-ELDER (2003) ha sido adaptado a las necesidades específicas de la enseñanza de la ingeniería y publicado en 2006 como *Engineering Reasoning* (PAUL-ELDER-NIEWOEHNER). Ésta guía proporciona un marco conceptual y metodológico para el análisis y evaluación de las diferentes áreas temáticas de la disciplina. Una primera aproximación a una aplicación de PC al proceso de diseño del ingeniero podría venir dada en los siguientes términos:

- PROPÓSITO:  
¿Cuál es el propósito/objetivo de este diseño?

- PREGUNTA:  
¿Qué proceso satisfará los requerimientos del cliente?
- INFORMACIÓN:  
¿Qué fuente de información es fiable/relevante?
- CONCEPTOS:  
¿Qué marco teórico es aplicable a este problema?
- SUPUESTOS:  
¿Qué situaciones operativas/de contexto se asumen?
- CONSECUENCIAS:  
¿Cuál es el rango posible de soluciones viables?
- PTOS. DE VISTA:  
¿Qué otros actores/intereses merecen ser considerados?
- IMPLICACIONES:  
¿Hasta qué punto influirá el diseño en su entorno?

### 3. Pensamiento Gráfico

El Pensamiento Gráfico (PG) es un concepto creado para designar el pensamiento asistido por el dibujo (LASEAU, 1989). Es utilizado habitualmente para describir el razonamiento que tiene lugar dentro de un proceso de diseño. Se trata, por tanto, de un tipo de dibujo que debe entenderse como un medio para descubrir, y no como una forma de expresión artística con una finalidad estética. El PG trata de los dibujos de proceso, en los cuales la imagen gráfica y el pensamiento se encuentran interrelacionados, formando una unidad, de manera que la una no puede entenderse sin el otro. El éxito del PG en el proceso de diseño radica precisamente en el constante flujo de información que se da entre la mente del diseñador y la imagen dibujada, método especialmente estimulante para el desarrollo de las ideas en el campo de la arquitectura y la ingeniería.

#### El proceso de diseño

Si entendemos el proceso de diseño como un proceso de resolución de problemas, podemos apoyarnos en el modelo que describe LASEAU (1989) de cinco pasos:

1. Definición del problema: identificar específicamente el problema y los objetivos.
2. Desarrollo de alternativas: explorar posibles soluciones, desarrollar alternativas.
3. Evaluación: examinar las distintas soluciones según los criterios de los objetivos.

4. Selección: en base a los resultados de la evaluación, seleccionar la mejor solución (o bien la optimización de la solución elegida con aspectos de las otras alternativas).
5. Comunicación: la solución final al problema debe ser descrita (traducida) al formato en que pueda ser útil (continuable) para la siguiente etapa del proyecto.

#### La comunicación en el proceso de diseño: La transparencia

El concepto de *transparencia* es usado aquí en el sentido de *desvelar, hacer visible* el proceso de proyecto (JAQUE, 2004).

Los dibujos generados durante el proceso de diseño tienen importancia porque muestran cómo se piensa sobre un proyecto, no sólo lo que se piensa de él. En este sentido, el dibujo será tanto más eficaz, *más comunicable*, cuanto más transparente sea, esto es, cuanto más información ofrezca acerca del proceso real que se ha seguido y las condiciones de contexto que han dado forma al proyecto.

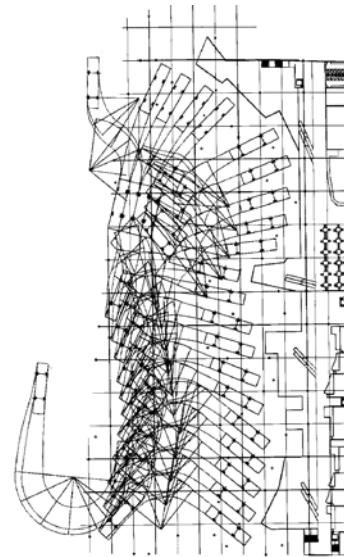


Figura 2. Planta, Estación de autobuses, Talavera de la Reina. S&Aa. (La planta es generada por los recorridos de entrada y salida de los flujos de transporte)

### 4. Pensamiento Crítico para el Pensamiento Gráfico: notas metodológicas

El Pensamiento Crítico se caracteriza básicamente por la suspensión del juicio apriorístico y por el empleo sistemático de la investigación en

forma de búsqueda de pruebas o informaciones adicionales a la hora de resolver un problema. Un pensamiento no-crítico supone la aceptación inmediata de información de forma irreflexiva. El ingeniero que piensa críticamente elabora un juicio (de las variables que identifican el problema), efectúa una evaluación (de las posibles soluciones) y emite una conclusión.

Si nos servimos del listado de capacidades cognitivas propias del Pensamiento Crítico que se extrae de *The Delphi Report* (FACIONE, 1990) y lo aplicamos a las etapas que dan forma a un proceso de diseño (LASEAU, 1989) obtenemos un esquema de las capacidades intelectuales que deben acompañar al proceso creativo:

### 5. El diagrama

**diagrama.** (Del lat. *diagramma*, y este del gr. *διαγραμμα*, diseño).

Dibujo geométrico que sirve para demostrar una proposición, resolver un problema o figurar de una manera gráfica la ley de variación de un fenómeno. 2. Dibujo en el que se muestran las relaciones entre las diferentes partes de un conjunto o sistema. (RAE. Diccionario de la Lengua Española. Edición *on line*. [www.rae.es](http://www.rae.es), acc. 2007).

A diferencia del *croquis*, que se define por la técnica (diseño hecho sin precisión y sin apoyo

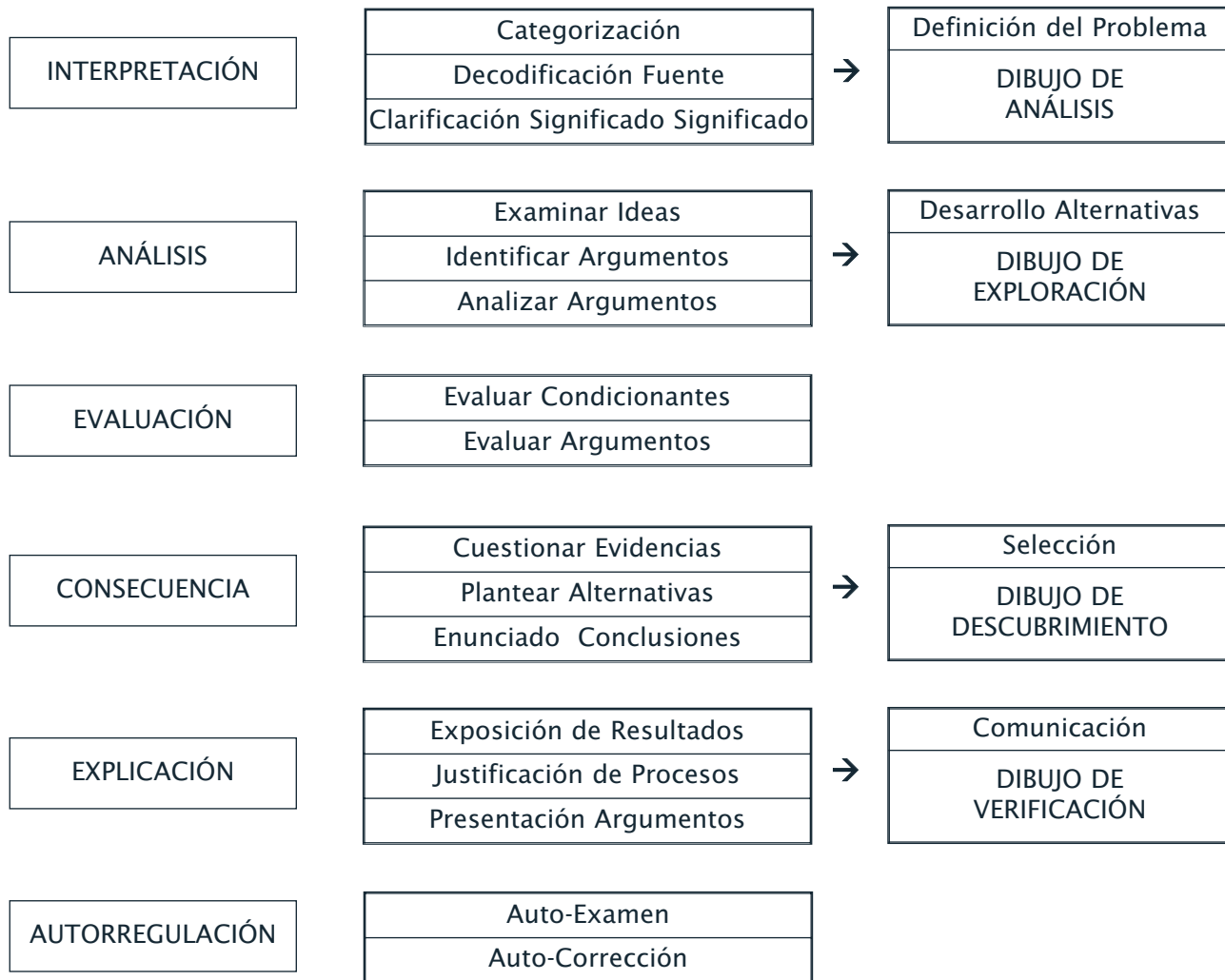


Figura 3. Esquema de método combinado PC-PG

de instrumentos geométricos) o el *boceto*, que se caracteriza por el lugar que ocupa en el proceso creativo (apunte previo a la ejecución de una obra artística), el diagrama se define por su utilidad, *para qué sirve*, por lo que engloba toda técnica y admite cualquier lugar dentro del proceso de diseño.

El diagrama es una técnica abstracta. Trabaja mediante la reducción, la abstracción y la representación. Contrariamente a un esquema, donde se sintetiza al máximo, el diagrama contiene toda la información del proceso de proyecto (SORIANO, 2002).

ANTES. Tradicionalmente el diagrama era un esquema geométrico inicial.

HOY. El diagrama es la expresión de un procedimiento:

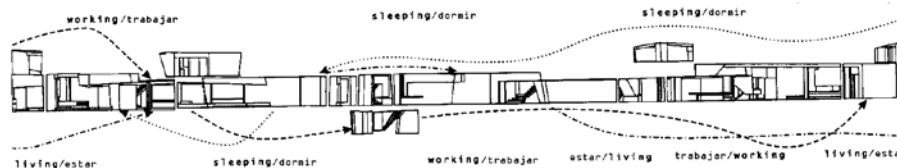


Figura 4. Ben Van Berkel & Caroline Bos, Casa Moebius, 1995

¿Hay alguna actividad que se pueda representar con una parada en el tiempo? –Sí..

¿Hay alguna actividad que se pueda proyectar con una parada en el tiempo? –No.

Al proyectar es necesario generar documentos abiertos y que contengan el valor del tiempo. Por lo tanto, el diagrama no es un instrumento de representación. Es un proyecto. El diagrama contiene el proyecto y el resultado (SANTACANA, 2002).

Importando el concepto utilizado por CHINCHILLA-MUNIESA (2004), podría decirse que el diagrama es un instrumento de restitución, *restituye* el proyecto al que hace referencia, lo sustituye en su totalidad, lo traduce o lo describe. El diagrama es una herramienta autosuficiente, porque es capaz de contener toda la complejidad del proyecto. Como afirma SORIANO (2002), un diagrama hoy es arquitectura [ingeniería]. No es un esquema, una simplificación, un dibujo preparatorio que necesita ser adaptado a otro lenguaje o disciplina específica. Es un mecanismo de intelecto tanto como imagen final de la

arquitectura [ingeniería]. El diagrama aboga por la ejecución directa entre pensamiento y ejecución. Su valor instrumental reside en que restituye el proyecto así como el proceso que lo genera.

## 6. El Diagrama: una clasificación

Para la presente clasificación no se han tenido en cuenta otras variables definitorias tales como técnicas, soportes o instrumentos, ni su campo disciplinar de aplicación.

### A. SEGÚN SU VINCULACIÓN AL PROYECTO

#### A.1. AUTOSUFICIENTES

Son expresiones de ideas autónomas, con valor conceptual por sí mismos, aislados del proceso de proyecto.

#### A.2. INSTRUMENTALES

Sólo tienen sentido como parte específica de un proceso creativo.

### B. SEGÚN SU TEMA PREDOMINANTE

#### B.1. ASOCIATIVOS

Asociación de valores específicos que usualmente no podrían ponerse en relación, u ocupando el mismo espacio común.

#### B.2. CRONOGRÁFICOS

No representa un estado en el tiempo, sino su propia evolución.

#### B.3. DESCRIPTIVOS

Representan un estado, una posición, situación concreta y final.

#### B.4. DISPONENTES

Disposición frente a composición. No reglas, sino negociaciones.

#### B.5. ESTRUCTURALES

#### B.6. DE PROCEDIMIENTOS

Señalan procesos sensibles a modificar sus reglas para adaptarse, en cada paso, una situación nueva. Son diagramas abiertos.

#### B.7. OPERATIVOS

Instrucciones que fijan líneas de comportamiento.

#### B.8. SINTÉTICOS

### C. SEGÚN SU FINALIDAD ÚLTIMA

#### C.1. EXPLORATORIOS

#### C.2. RECOPIULATORIOS

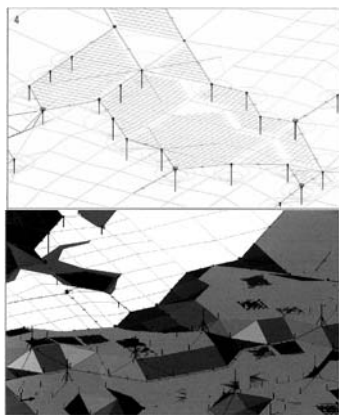
#### C.3. ANALÍTICOS

## 7. Método

### a. El diagrama comunicable

Tradicionalmente se tiende a establecer una división en el conjunto de los documentos que componen un proyecto, diferenciando entre documentos de *proceso* (de trabajo) y documentos  *finales* (de comunicación o exposición pública).

El diagrama dentro de un proceso contemporáneo de diseño rompe de inicio con esa dicotomía *diagrama de trabajo/diagrama de presentación*. El diagrama tiene hoy la capacidad de ser instrumentalizado como herramienta de trabajo, y a la vez la cualidad de tener un formato comunicable y, por tanto, *continuable* por otros.



**Figura 5.** Proyecto de Parque Forestal de Valdebebas, J. Álvarez-Builla, 2006  
COMUNICABLE: el propio documento CAD de trabajo sirve como documento final de presentación.

### b. El diagrama optimizable

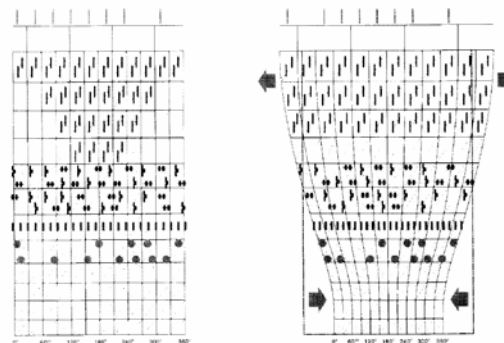
El proceso de proyecto pasa a entenderse como un proceso de *incremento de su eficacia* para responder a los distintos actores o intereses que definen el problema (CHINCHILLA-MUNIESA, 2004). Por tanto, el diagrama, que se abre al inicio del proceso, permanece abierto recibiendo los cambios que sobre él se aplican, quedando así registrada y legible la evolución en el propio diagrama.

### c. El diagrama evaluable

Cada diagrama que compone el proyecto lleva incorporado su propio sistema de evaluación, de manera que se tenga constancia en todo momento del grado en el que satisfacen los requerimientos del cliente, y el estado en que se encuentra el proyecto en cada fase del proceso. Es una forma de objetivizar, universalizar y transparentar el proceso de diseño.

## 8. Conclusiones

El estudio que proponemos combina los principios metodológicos de Pensamiento Crítico, ampliamente aplicados a la enseñanza, con los aspectos que definen el Pensamiento Gráfico, con el fin de avanzar una sistematización del proceso de diseño en ingeniería. El resultado al que se ha llegado toma forma de esquema preliminar de una metodología combinada que pueda ser de utilidad para el ingeniero a la hora de resolver problemas complejos. El método se articula en torno a una serie de capacidades básicas para asegurar la calidad del resultado-diseño: *interpretación, análisis, evaluación, consecuencia, explicación y autorregulación*.



**Figura 6.** Torre de Telecomunicaciones en El Turó de la Rovira, Barcelona. ACTAR, Cecil Balmond (Ove Arup), 2001  
OPTIMIZABLE: el propio diagrama registra los cambios y modificaciones que se dan durante el proceso, porque éstos operan directamente sobre él.



Al aplicar estos puntos a la utilización del diagrama como elemento sintetizador del diseño, se describen tres características que definen el proceso proyectual contemporáneo: *comunicable*, *optimizable* y *evaluable*. El diagrama contemporáneo debe operar en torno a estos conceptos para convertirse en una herramienta que sea capaz de *restituir* eficazmente la realidad a la que da respuesta, permitiendo un alto grado de *transparencia* en todas las fases del proceso de diseño. Con estos resultados no sólo se busca detectar una nueva teoría del diagrama sino sentar las bases de una nueva metodología del diseño.

## Referencias

- [1] F. Soriano, *Diagramas @*, pp. 4-8, *Índice de Diagramas*, pp.12-13 Fisuras de la Cultura Contemporánea, n. 12 <sup>1/2</sup>, Madrid, 2002.
- [2] A. Santacana, *También una Fotografía*, pp. 186-188. Fisuras de la Cultura Contemporánea, n. 12 <sup>1/2</sup>, Madrid, 2002.
- [3] J. M. de la Puerta, *El Croquis, Proyecto y Arquitectura*, Celeste Ediciones, Madrid, 1997.
- [4] P. Laseau, *Graphic Thinking for Architects and Designers*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
- [5] R. Paul y L. Elder, *La mini-guía para el Pensamiento Crítico. Conceptos y Herramientas*. Foundation for Critical thinking, Sonoma, CA., 2003.
- [6] R. Paul, R. Niewoehner y L. Elder, *Engineering Reasoning*, Foundation for Critical Thinking, Sonoma, CA., 2006.
- [7] I. Chinchilla y F. Muniesa, *La Controversia como Herramienta Proyectual, La Sostenibilidad en el Proyecto Arquitectónico y Urbanístico*, Mairea Libros, Madrid, 2005.
- [8] A. Jaque, *Objeto transparente o tarde de picnic con una techno-geisha*, pp. 1, 44-47 Pasajes de Arquitectura y Crítica, n. 66, Madrid, marzo 2005.

## CRITICAL THINKING FOR GRAPHIC THINKING

### Abstract

Critical thinking is defined by Passmore (1967) as a process that is both reflexive and imaginative, essential aspects of the design process. This paper focuses on the use of critical thinking to improve what we call graphic thinking.

The content is twofold. The first part establishes a theoretical framework around the concepts of *critical thinking* and *graphic thinking*, in order to propose a method for teaching engineering through the combination of both concepts. The second deals with those concepts, which are applied to one of the basic tools within the design process, *the diagram*, analysing the contemporary way of designing.

**Keywords:** critical thinking, graphic thinking, diagram, design.

### 1. Introduction

All thinking is difficult to separate from its mode of expression and formulation. In order for an object (intellectual, architectural, industrial) to appear with quality it is necessary that the process that generated it be of quality too. Critical thinking (CT) and graphic thinking (GT) are methods that belong to different fields but they share the process of systemising complex processes with the same end: the solving of problems with quality means and results.

The first part of this article discusses the concepts of CT and GT as well as their most recent applications in the field of teaching design in engineering. In its widest sense, engineering consists of developing heterogeneous associations between separate elements (Chinchilla-Muniesa, 2005). It is therefore essential to provide the engineer with the conceptual tools that allow him to handle complex systems with confidence. We therefore consider that teaching two methods of systemisation such as CT and GT, which can

form part of the engineer's own design and problem-solving methodology, to be fundamental. Going still further, we provide some notes on what we believe could be a combined teaching method of CT applied to GT.

The second part discusses the diagram as an instrument for dialogue - a monologue of the designer with himself and a dialogue with a working group or with the client. "...as a medium, the diagram has two functions: it is a form of analytic and reflexive note-taking that summarises, but it is also an instrument for thinking, for synthesis and for production that creates" (Bijlsma-Deen-Garrizman, 1998). Or, according to the *Diccionario Metápolis de Arquitectura Avanzada* (2001), "The diagram has two roles as a medium. It is a mode of note-taking (for analysis, recognition and reflection) but it is also a machine for action (generating, synthesising and producing). Diagnosis and response. Map and route." The way in which the engineer uses a diagram sometimes favours the first of these functions and sometimes the second. More often, the diagram is a practical solution that allows a complexity to be expressed simply in communication with members of the work team, the client or the general public.

This article concentrates on the diagram as a conceptual tool through which things develop, eventually to re-appear transformed (Lootsma, 2002). In the last few years, the diagram has occupied an essential place in debates on architectural design. We can use the most recent theories on the use of diagrams to import them and adapt them to the engineer's design process.

### 2. Critical thinking

Critical thinking (CT) is a way of thinking in which the thinker

improves the quality of his thought by using the structures inherent in the act of thinking and submitting them to intellectual standards (Paul-Elder, 2003). CT has given rise to a multitude of thinking methods applied to different fields of human activity that require a high systemisation in their processes of reasoning, analysis and decision-taking. The model proposed by Paul-Elder, used extensively in teaching, is summarised thus: Figure 1.

The critical thinking model prepared by Paul-Elder (2003) has been adapted to the specific needs of teaching engineering and published in 2006 as *Engineering Reasoning* (Paul-Elder-Niewoehner). This guide provides a conceptual framework and method for analysing and evaluating the thematic areas in the discipline. A first approach to an application of CT to the engineering design process could be given in the following terms:

- PURPOSE:

What is the proposal/objective of this design?

- QUESTION:

What process will satisfy the client's requirements?

- INFORMATION:

What source of information is reliable/relevant?

- CONCEPTS:

What theoretical framework is applicable to this problem?

- ASSUMPTIONS:

What operational/contextual situations are assumed?

- INFERENCES:

What is the possible range of viable solutions?

- POINTS OF VIEW:

What other persons/interests should be considered?

- IMPLICATIONS:

Up to what point will the design influence its surroundings?



### 3. Graphic thinking

Graphic thinking (GT) is a concept created to designate thinking assisted by drawing (Laseau, 1989). It is normally used to describe the reasoning that takes place within a design process. It is therefore a type of drawing that must be understood as a means for discovery and not as a form of artistic expression with aesthetic purposes. GT is concerned with process drawings in which the graphical image and thought are inter-related, forming a unit, so that one cannot be understood without the other. The success of GT in the design process is due precisely to the constant flow of information between the designer's mind and the drawn image, a method especially stimulating for developing ideas in the fields of architecture and engineering.

#### The design process

If we understand the design process as a problem-solving process, we can use the five step model described by Laseau (1989):

1. Definition of the problem: specifically identify the problem and objectives.
2. Development of alternatives: explore possible solutions, develop alternatives.
3. Evaluation: examine the various solutions according to the criteria of the objectives.
4. Choice: based on the results of the evaluation, choose the best solution (or the optimisation of the chosen solution with aspects of the other alternatives).
5. Communication: the final answer to the problem must be described (translated) in the format that will be useful (*continuable*) for the next stage of the project.

#### Communication in the design process: Transparency

The concept of *transparency* is used here in the meaning of *reve-*

*aling* or *making visible* the design process (Jaque, 2004).

The drawings generated during the design process are important because they show what is being thought about a project, not only what is being thought of it. In this sense, the drawing will be more effective, *more communicable*, the more transparent it is, that is, the more information it offers on the real process that has been followed and the contextual conditions that have given form to the design. (Figure 2)

### 4. Critical thinking for graphic thinking: method notes

Critical thinking basically features the suspension of initial judgment and the systematic use of research in the form of searching for proof or information when solving a problem. Non-critical thinking involves the unthinking and immediate acceptance of information. The engineer who thinks critically develops a judgment (of the variables that identify the problem), carries out an evaluation (of the possible answers) and arrives at a conclusion.

If we use the list of cognitive capacities of critical thinking from *The Delphi Report* (Facione, 1990) and we apply it to the stages that form the design process (Laseau, 1989), we arrive at a scheme of the intellectual capabilities that must accompany the creative process: Figure 3.

### 5. The diagram

diagram (from the Latin *diagramma*, from the Greek *διαγραμμα*, design).

A geometric drawing that serves to demonstrate a proposition, solve a problem or show graphically the law of variation of a phenomenon. 2. Drawing showing the relationships between the various parts of an assembly or system. (*Diccionario de la Lengua Española*. On-line edition. [www.rae.es](http://www.rae.es), accessed 2007).

Unlike a *sketch*, which is defined by its technique (a drawing

made without precision and without the use of geometric instruments) or a *draft*, defined by the place it occupies in the creative process (notes before carrying out an artistic work), the diagram is defined by its usefulness, *that for which it serves*, so that it includes all techniques and allows any place within the design process.

The diagram is an abstract technique. It works by reduction, abstraction and representation. Unlike a schematic, which is synthesised to the maximum, the diagram contains all the information of the design process (Soriano, 2002).

IN THE PAST. Traditionally, the diagram was an initial geometric schematic.

#### TODAY. The diagram is the expression of a procedure:

Figure 4.

Is there any activity that can be shown by stopping time? Yes.

Is there any activity that can be *projected* on a stoppage in time? No.

When projecting, it is necessary to generate open documents that contain the *time* value. Therefore, the diagram is not an instrument of representation. It is a design. The diagram contains the design and the result (Santacana, 2002).

Importing the concept used by Chinchilla-Muniesa (2004), it can be said that the diagram is an instrument of restitution, it *restores* the design to which it refers, it replaces it in its entirety, it translates or describes it. The diagram is a self-sufficient tool because it can contain all the complexity of the design. As Soriano (2002) states, a diagram today is architecture [engineering]. It is not a schematic, a simplification, a preparatory drawing that needs to be adapted to another language or to a specific discipline. It is an intellectual mechanism and a final image of the architecture [engineering]. The diagram is a direct connection between thought and undertaking. Its instrumental

value lies in the fact that it restores the design as well as the process that generates it.

## 6. The diagram: a classification

This specification has not considered other defining variables such as techniques, media or instruments, nor the disciplinary field of its application.

### A. ACCORDING TO ITS CONNECTION WITH THE DESIGN

#### A.1. SELF-SUFFICIENT

These are expressions of self-contained ideas, with a conceptual value to themselves, isolated from the design process.

#### A.2. INSTRUMENTAL

These have meaning only as a specific part of a creative process.

### B. ACCORDING TO THEIR PREDOMINANT SUBJECT

#### B.1. ASSOCIATIVE

Association of specific values that are usually cannot be related, or occupying the same common space.

#### B.2. CHRONOGRAPHIC

These do not show estate in time it but its development.

#### B.3. DESCRIPTIVE

Show a state, a position, a specific and final situation.

#### B.4. ARRANGEMENTS

Arrangement in a composition. No rules, but negotiations.

#### B.5. STRUCTURAL

#### B.6. PROCEDURAL

Show processes the rules of which can be adapted at each step to a new situation. These are open diagrams.

#### B.7. OPERATIONAL

Instructions that set lines of behaviour.

#### B.8. SYNTHETIC

### C. ACCORDING TO THEIR FINAL PURPOSE

#### C.1. EXPLORATORY

#### C.2. COMPILATION

#### C.3. ANALYTIC

## 7. Method

### a. The communicable diagram

Traditionally, a division has been made within the group of documents in a design, differentiating between *process* (working) documents and *final* (communication or publishing) documents. Within the contemporary design process, the diagram breaks from the start with this working/presentation diagram dichotomy. Today, the diagram can be instrumentalised as a working tool and at the same time can have a communicable format, one which is *continuable* by others. (Figure 5).

### b. The optimisable diagram

The design process becomes understood as a process of *increasing its effectiveness* to respond to the various persons or interests that define the problem (Chinchilla-Muniesa, 2004). Thus the diagram opened at the start the process remains open, receiving the changes applied to it, with the development thus remaining recorded and legible in the diagram itself. (Figure 6).

### c. The evaluable diagram

Each diagram in the project includes its own system of evaluation, showing at all times the degree to which the client's requirements are satisfied and the state of the project in each phase of the process. This is a form of making the design process objective, universal and transparent.

## 8. Conclusions

The study that we propose combines the methodological principles of critical thinking, widely applied in teaching, with the aspects that define graphic thinking, in order to provide a systematisation of the design process in engineering. The result takes the form of a preliminary schematic of a combined methodology that could be used for engineering when solving complex problems. The method revolves around a series of basic capabilities to ensure the quality of the results/design: *interpretation,*

*analysis, evaluation, consequence, explanation and self-regulation.*

Applying these points to the use of the diagram as a synthesising element in design, three properties are described that define the contemporary design process: *communicable, optimisable and evaluable.* The contemporary diagram must operate around these concepts to become a tool that can effectively *restore* the reality to which the response is given, allowing a high degree of *transparency* in all phases of the design process. With these results, not only is a new theory of the diagram sought but also the bases of a new design method.

**Figure 2.** Plan, bus station, Talavera de la Reina. S&Aa. (The plan was generated using the entry and exit routes of the transport flows.)

**Figure 4.** Ben Van Berkel & Caroline Bos, Moebius house, 1995

**Figure 5.** Design for Valdebebas forest park, J Álvarez-Builla, 2006.

COMMUNICABLE: the working CAD document itself serves as the final presentation document.

**Figure 6.** Telecommunications tower in El Turó de la Rovira, Barcelona. Actar, Cecil Balmond (Ove Arup), 2001.

OPTIMISABLE: the diagram itself records the changes and modifications that were made during the process, because these are directly affect it.

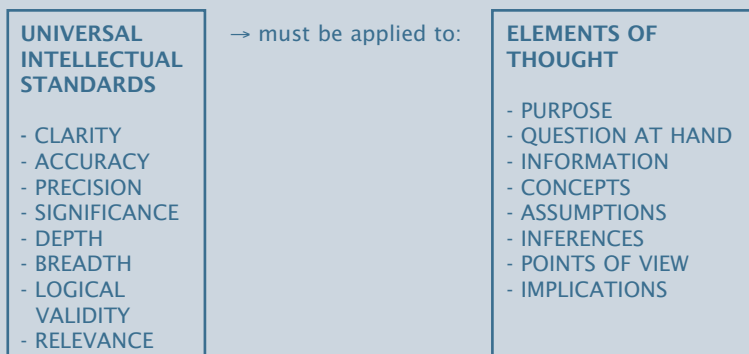


Figure 1. Paul-Elder critical thinking model

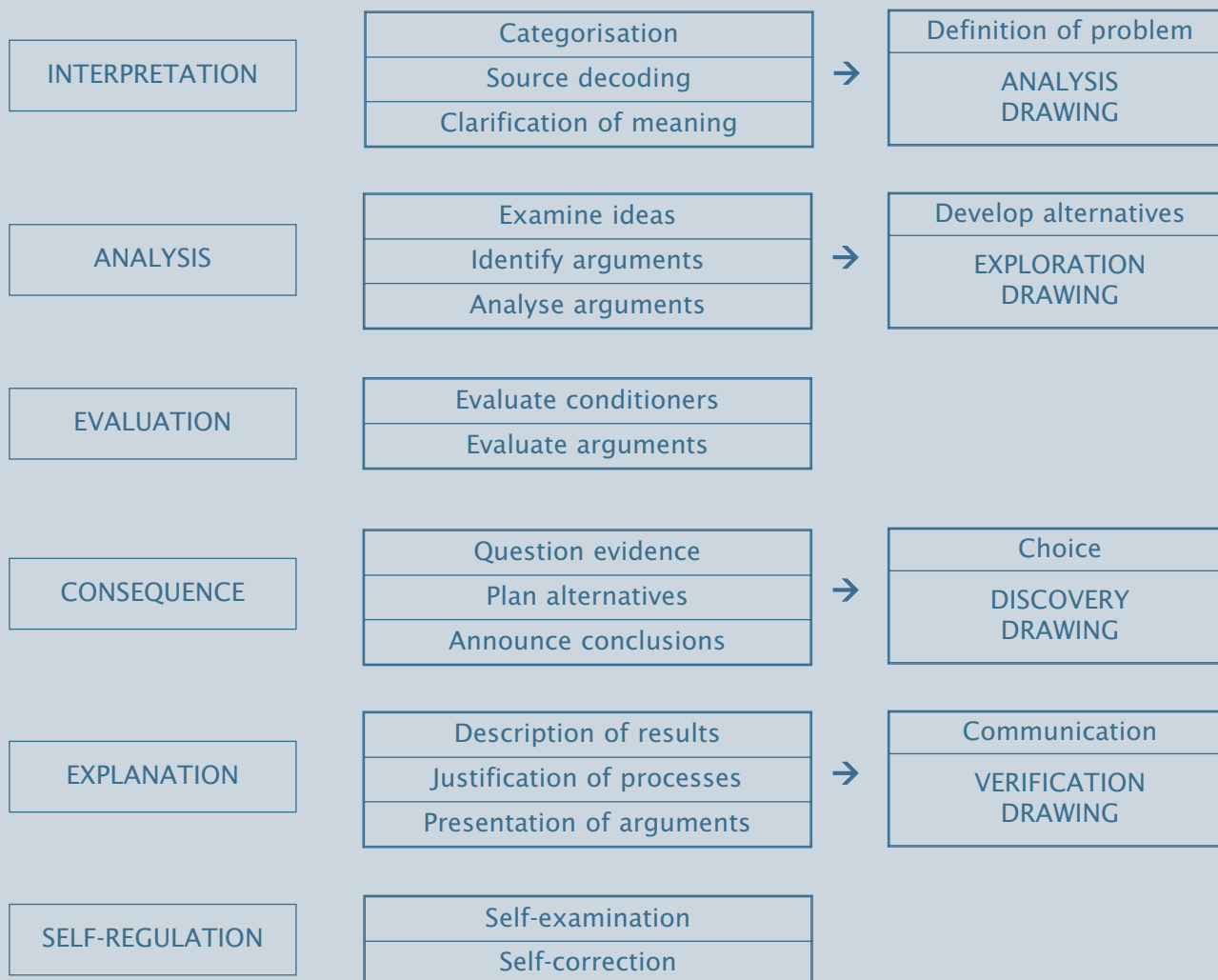


Figure 3. Combined CT-GT method schematic