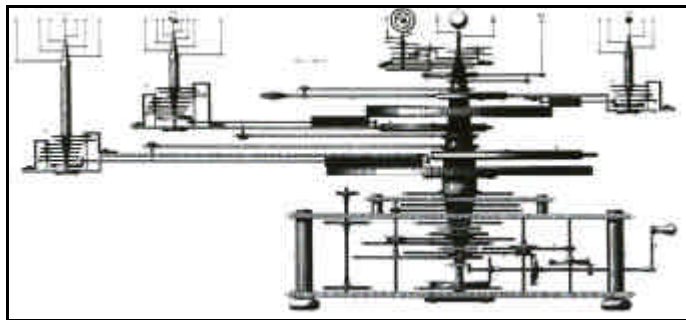


## 2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

---

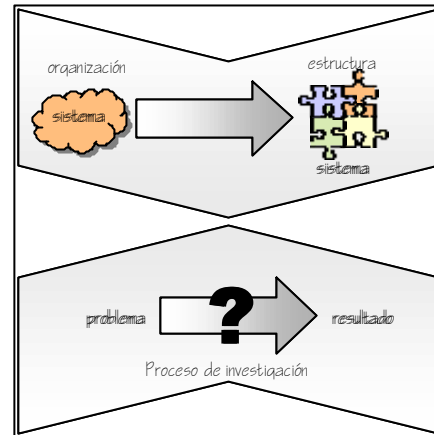


- Las teorías de la complicación son maravillosas teorías refutadas y negadas por unas pocas y bellas imágenes.*
- Benoît Mandelbrot (en Haken et. al, *Sobre la imaginación científica*, p. 220)



La importancia del trabajo interdisciplinario de la tesis hace necesario explicar en detalle el proceso de investigación seguido con el fin de mostrar con exactitud las relaciones conceptuales entre los diversos conceptos que se usan, los cuales finalmente han permitido llegar al resultado de la tesis (Figura 2.1).

Figura 2. 1: El problema en este capítulo



En este sentido se describe en detalle, la organización del trabajo seguida, la cual consta de cinco actividades (sección 2.1) y un conjunto de consideraciones metodológicas (sección 2.2). Como parte de la organización se incluyen los criterios de verificación del proceso de investigación (sección 2.3).

Por último, se hace una recapitulación (sección 2.4) y se entregan las referencias bibliográficas del capítulo (sección 2.5).



## 2.1. ACTIVIDADES REALIZADAS

Las actividades realizadas se corresponden con los objetivos de la investigación. En esta parte se definen las actividades para más adelante realizar su descripción metodológica. En esta misma sección se presentan algunas de las relaciones entre las actividades.

### 2.1.1. DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES

Las actividades según los objetivos son:

- el objetivo primario '*Integrar los diagramas en el proceso de resolución mental*' se trata en la Actividad 1;
- el objetivo '*Encontrar la relación entre características y diagramas*' se trata en las actividades 2, 3 y 4 según cada objetivo secundario; y,
- el objetivo '*Analizar el resultado obtenido*' se trata en la Actividad 5.

Respecto del objetivo '*Encontrar la relación entre características y diagramas*', se tienen las siguientes actividades:

- el objetivo secundario '*Identificar las características que interesan de un sistema artificial real*' se trata en la Actividad 2;
- el objetivo secundario '*Establecer una tipología de diagramas desde un punto de vista semiótico*' se trata en la Actividad 3; y,
- el objetivo secundario '*Vincular características con diagramas*' se trata en la Actividad 4.

Por lo tanto, las actividades realizadas han sido:

- Actividad 1 '*Integración de los diagramas en el proceso de resolución mental*';
- Actividad 2 '*Identificación y definición de características de un sistema artificial real*';
- Actividad 3 '*Determinación del potencial descriptivo de los diagramas*';
- Actividad 4 '*Vinculación de características y diagramas*'; y,
- Actividad 5 '*Análisis del resultado obtenido*'.

La Figura 2.2 muestra el dominio y relación de las actividades con relación a la propuesta.

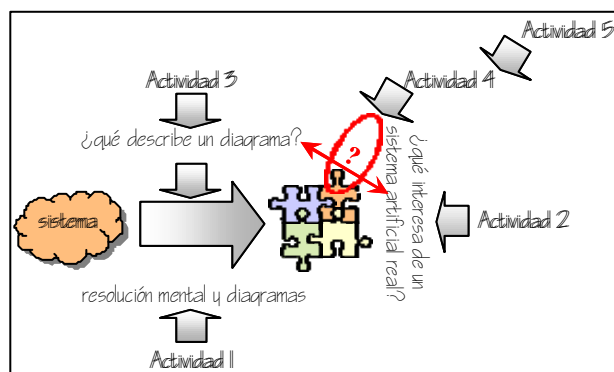


Figura 2. 2: Las actividades y la propuesta

**Actividad 1. Integración de los diagramas en el proceso de resolución mental.**

En esta actividad se desarrolló el cuerpo teórico y conceptual desde el cual fundar la tesis, vale decir, mostrar un proceso de resolución mental de sistemas artificiales reales con una base teórica formada con elementos de Teoría del Conocimiento. El objetivo es contextualizar los diagramas como signos dentro del proceso de resolución mental.

El producto es una caracterización de proceso de resolución mental con participación relevante de diagramas.

**Actividad 2. Identificación y definición de características de un sistema artificial real.** La Actividad 2 surge por la cuestión de los intereses y las características con la pregunta ¿qué interesa de un sistema artificial real? Esta cuestión parte del hecho que existe un conjunto de requisitos sobre lo que se quiere y por supuesto interesa representar o diagramar.

En esta actividad se revisan las motivaciones por las cuales las personas se interesan por las cosas que le rodean. Esto permite identificar motivos de interés humano que, expresados como preguntas, pueden responderse en función de características técnicas para el caso de sistemas artificiales reales.

El producto es la lista de características derivadas de los intereses y cada una en función de la información que se necesita para describirles.

**Actividad 3. Determinación del potencial descriptivo de los diagramas.** La Actividad 3 surge por la cuestión de los diagramas, con la pregunta ¿qué se puede describir con diagramas? Esta cuestión parte del hecho que existe un dominio restringido de lo que se puede diagramar.

En esta actividad se selecciona un conjunto de diagramas usados en ingeniería, que aportan un espectro relativamente amplio de elementos gráficos. Cada diagrama se enfoca como caso particular y sus resultados, a su vez, se analizan comparativamente entre sí.

El producto es la tipología de diagramas basada en la información que pueden representar.

**Actividad 4. Vinculación de características y diagramas.** En esta actividad, la información que interesa expresar (Actividad 2) y la información que pueden expresar los diagramas (Actividad 3), son vinculadas generando una propuesta unificada donde co-existen características con diagramas.

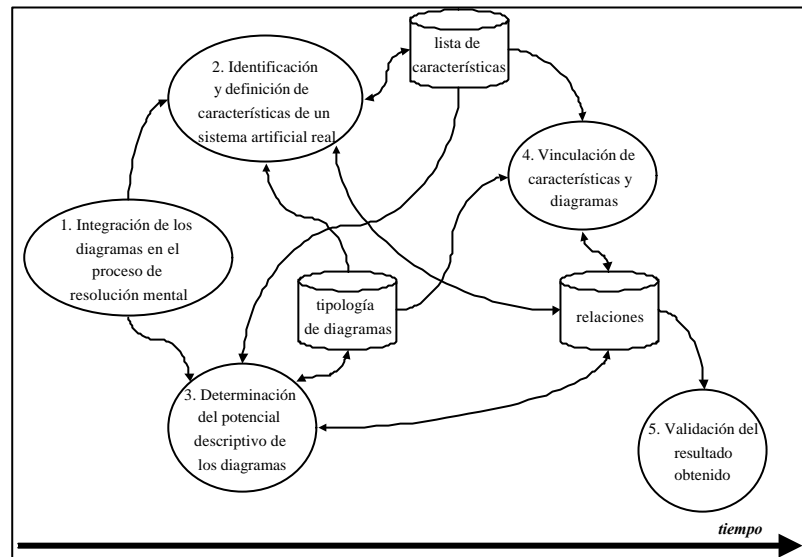
**Actividad 5. Análisis del resultado obtenido.** La Actividad 5 sopesa la bondad del resultado obtenido en una historia concreta, buscando la verdad de las expectativas de utilidad o de justificación potencial del resultado teórico obtenido en un caso específico (Blasco, 2000, p. 211), en particular, para el caso del sistema artificial real sistema de información.

Como parte de esta actividad se consideró la redacción del presente documento, por cuanto, el análisis daba paso a las conclusiones.

### 2.1.2. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDADES

En particular estas actividades no constituyen fases ejecutables según un calendario secuencial, sino que son actividades ejecutadas según la particular epistemología que ha regido el proceso de investigación (a presentar más adelante).

Figura 2.3: Relación entre actividades



En la Figura 2.3 se ha trazado un eje temporal, para mostrar la relación temporal relativa entre las actividades. Esta relación se describe a continuación.

- La Actividad 1 al ser de recopilación de material y consolidación de argumentos teóricos se solapa en el tiempo hasta avanzadas las actividades relacionadas con las características (Actividad 2) y los diagramas (Actividad 3).
- Las Actividades 2 y 3 se ejecutan en paralelo, y durante un tiempo, ambas, en paralelo con la Actividad 4.
- Por último, la Actividad 5 de validación, fue ejecutada una vez concluida la Actividad 4.

En términos del esfuerzo en horas-hombre, el tiempo total involucrado en estas actividades fue de 3 años y cuatro meses, comenzando el 17 diciembre de 1997 con el primer contacto con el director (supervisor) de la tesis y, finalizando el año 2001, el día 17 de abril, con el documento final de tesis.

## 2.2. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Las consideraciones metodológicas realizadas tienen que ver con:

- la selección de instrumentos de investigación;
- la epistemología de la tesis;
- las metodologías particulares de cada actividad; y,
- la relación entre actividades.

Todas estas consideraciones se plantean con el propósito de buscar equilibrios constantes para, por un lado, conjugar la postura ajena a posiciones epistémicas propias de la ontología del investigador (Maturana, 1984) y, por otra parte, para garantizar estar abierto a la confrontación con otras disciplinas y puntos de vista (Quintana, 2000).

### 2.2.1. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS SOBRE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos de investigación son las herramientas usadas por el investigador. Ellas se presentan a continuación a través de la siguiente clasificación (Estay y Pastor, 1999a, 1999b, 2000):

- paradigma de investigación, donde se expone la perspectiva o la visión global usada en la investigación;
- tipo de dato, para indicar el tipo de datos empleados;
- método de investigación, para indicar la perspectiva de proceso aplicado;
- técnica de captura de datos, para indicar las técnicas, procedimientos y herramientas empleadas en la observación y recogida de datos; y,
- modo de análisis, para exponer la perspectiva de análisis de datos que se siguió.

#### a. Paradigmas de investigación

En esta investigación se considera un paradigma que se compone de otros tres paradigmas (Echeverría, 1993):

- el paradigma sistémico como base nuclear epistemológica del investigador y de la misma investigación;
- el paradigma post-positivista como base operativa del proceso de investigación; y,
- el paradigma post-racionalista como base del procesamiento de datos.

A continuación se presenta cada uno de ellos, destacando que su aportación a esta tesis en términos metodológicos es mostrar la perspectiva de investigación que ha guiado el trabajo en general y el análisis de los datos en particular.

**Paradigma sistémico.** El paradigma sistémico según Goyette y Lessard-Herbert (1988, p. 141) es una epistemología que surge de un planteamiento dinámico, integral y holista donde un observador es parte de las definiciones que formula y que se producen por la interacción con la teoría en uso. Esto define un mundo de sistemas donde el mismo investigador se concibe de igual manera como un sistema de representación, convirtiendo el conocer en un representar o, más exactamente, en un representarse (LeMoigne, 1977; Maturana, 1984, 1988, 1991).

La realidad no es sistémica, lo sistémico es un constructo, en tal caso, con este paradigma se tiene una visión epistemológica de sistemas donde el mundo se piensa y se observa compuesto de sistemas y, por tanto, conducente a un universo de sistemas artificiales reales.

**Paradigma Post-positivista.** Del Paradigma Post-positivista interesa, la idea ontológica que un individuo pueda ver el mundo de forma ideal y, la postura metodológica de incluir instrumentos cualitativos (Denzin y Lincoln, 1994, p. 109).



Se asume en este paradigma que la realidad es compleja, múltiple e interactiva, y que solamente se le puede conocer y aprender de forma imperfecta y probabilística. Bajo este paradigma, las observaciones son subjetivas, por el sesgo al cual se encuentran sometidos los observadores por sus propios prejuicios y su visión de mundo.

Gracias a este paradigma, que puede ubicársele entre la rigurosidad positivista y la maleabilidad interpretativa, sin dar preeminencia a ninguno de ellos como absolutos en dar cuenta de la realidad, se plantea un proceso de investigación integrador (Feyerabend, 1997; Fitzgerald y Howcroft, 1998). Así, se conjuga la ejecución formal de actividades (Piaget, 1970, p. 79), con un análisis de datos de las motivaciones, las características y, los diagramas, interpretativo para incorporar como parte del mismo análisis su contexto (Schwartz y Jacob, 1984).

**Paradigma Post-racionalista.** Según Inteco (2000; Ruiz, 2000) el paradigma post-racionalista es una concepción del mundo en la cual se integra en un todo, el humanismo de aceptación del otro, el constructivismo cognoscitivo de un multiverso, la estructuración entre elementos y, una construcción mutua entre observador y realidad (Glaserfeld, 1997).

Este paradigma tiene presente que existe una influencia entre la investigación y el resultado y, el investigador. Esto es reflejo que el conocimiento sobre intereses, características y diagramas surge de la re-interpretación continua de los resultados parciales que surgen a lo largo de la tesis.

#### **b. Tipo de dato**

El tipo de dato trabajado ha sido cualitativo por cuanto, la riqueza que permite comprender los intereses y las características por un lado, y la representatividad de los diagramas por otro lado, se puede encontrar mejor, según Guba y Lincoln (1994) en expresiones narrativas que en expresiones lógico-matemáticas.

#### **c. Método de investigación y técnica de captura de datos**

Buena parte de los análisis se basan en revisiones de textos. Por ello se sigue el método de investigación de análisis documental e interpretación de textos (Hodder, 1994). Esto conduce a un estudio teórico y bibliográfico de intereses y características donde se interpreta el significado de los diagramas según el discurso contextual de los textos.

Relacionado con lo anterior, la técnica de captura y recogida de datos es la recopilación de documentos y archivos (Hodder, 1994), siendo un esfuerzo interdisciplinario de abarcar temas diversos como epistemología del conocimiento, sistemas, psicología evolutiva, semiótica, diagramas<sup>4</sup> y, por supuesto, ingeniería y proyectos.

---

<sup>4</sup> Se incluye en la literatura de diagramas material de campos como la propia ingeniería, la inteligencia artificial y la lógica y, la cognición y la psicología, y áreas de estudio como razonamiento, programación, lenguajes, inferencia y pensamiento diagramático o visual.

#### d. Modo de análisis

El modo de análisis alude a la postura y los procedimientos usados en el tratamiento de las unidades de análisis:

- 'característica', la descripción técnica de un interés; y,
- 'diagrama', conjunto de elementos gráficos y sus reglas de asociación.

La postura de análisis seguida es la deconstrucción<sup>5</sup> hermenéutica (Flores y Winograd, 1989, p. 53; Gadamer, 1977; Peñalver, 1998; Ricoeur, 1986), aceptando la existencia de una circularidad que permite comprender mutuamente las partes versus el todo, dando paso a la modificación continua de las unidades de análisis. De esta manera, características y diagramas existen y se analizan dentro del contexto en que se identifican, mientras el mismo análisis de estas unidades de análisis redefine sus contextos.

Además, se produce un doble ciclo hermenéutico donde la misma investigación se va rehaciendo continuamente conforme se enactúa, tanto a lo largo de la integración de los diagramas al proceso de resolución, como cuando se vinculan características con diagramas (Figura 2.4).

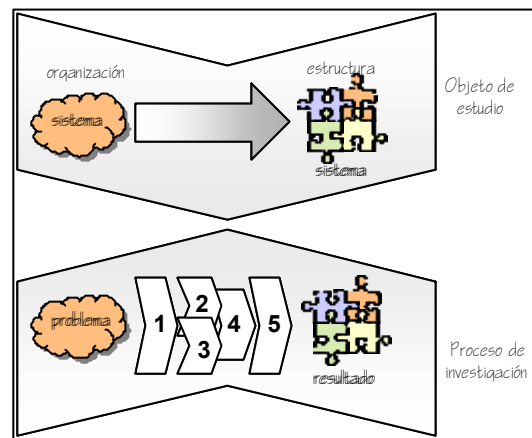


Figura 2. 4: Hermeneusis entre objeto investigado y proceso de investigación

Respecto del tratamiento sobre los datos, la Tabla 2.1 presenta los procedimientos y métodos aplicados al tratamiento de las unidades de análisis.

Tabla 2. 1: Procedimientos y métodos del modo de análisis

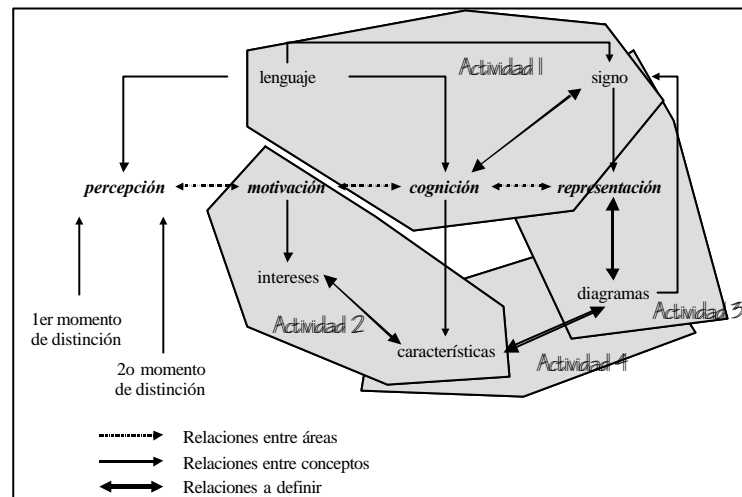
	Unidad de análisis	
	Característica	Diagrama
Categorización / clasificación	Por similitud conceptual entre características.	Por similitud simbólica y expresiva alrededor de una taxonomía de diagramas.
Comparación	Comparación continua entre unidades de análisis como casos particulares y únicos (Miles y Huberman, 1984).	
Estudio de significados	Estudio del comportamiento de los individuos frente a un artefacto desde la psicología evolutiva.	Estudio semiótico.

<sup>5</sup> La deconstrucción es una operación de desmontaje para hacer ver la estructura de algo y la precariedad de ésta en explicar algo, mostrando la falta de un principio y/o la fuerza que exprese la ley de los acontecimientos. La deconstrucción no debe verse como algo negativo, pues mientras se desmonta algo va implícita la afirmación de una propuesta constructiva (Derrida, 1997).

### 2.2.2. EPISTEMOLOGÍA DE LA TESIS

Ambas unidades de análisis se han vinculado dentro de las actividades realizadas aprovechando relaciones entre conceptos (Figura 2.5). Estas relaciones se han construido aplicando el siguiente discurso interdisciplinario que finalmente ha enriquecido el trabajo de investigación (Dowds, 1998).

Figura 2. 5: Relaciones conceptuales usadas en la tesis



Comenzando por la izquierda, se toma de referencia que un observador *percibe* las cosas en un *primer momento de distinción*, siendo estas cosas caracterizadas en un *segundo momento de distinción*. En este *segundo momento de distinción*, las *motivaciones* de las personas hacen que determinados rasgos del fenómeno percibido sean las que se deseen describir, lo cual da lugar a una serie de intereses dependientes de cada persona en particular.

- Tales *motivaciones* en esta tesis se han buscado empleando la psicología evolutiva.
- Lo anterior ha permitido que las motivaciones permitan identificar *intereses*.

Las *motivaciones* a su vez tienen que ver con los procesos *cognoscitivos* que se manifiestan en las personas o, en otras palabras, con procesos que efectivamente permiten la descripción de algo en el segundo momento de distinción.

- Tales procesos permiten que las cosas se conozcan y describan en función de determinadas *características* que surgen en la ontología y filología del observador.

Así, luego de identificar los *intereses*, se sigue un proceso interpretativo que ha llevado a relacionar todas las *características* que permiten conocer cada interés aunque, teniendo en mente que interesa finalmente obtener características técnicas.

Lo *conocido* se expresa y depende del potencial de *representación* que el observador tenga. Este potencial depende de los medios que disponga para ello. En tal sentido, las posibilidades están abiertas a cualquier medio y al mismo tiempo a las posibilidades del mismo medio.

Una forma de *representación* en ingeniería son los *diagramas*, cuyo análisis ha sido semiótico para identificar lo que pueden *representar*.

- El análisis semiótico ha permitido conceptualizarles como *signos* según Peice.
- Como signos constituyen *lenguajes* y gracias a que el lenguaje, según Maturana, funda el *percibir* y habilita la *cognición*, entonces el *lenguaje* permite representar la realidad y, por extensión, según Vygotsky, los *signos* también, todo como parte de una interacción, que según Flores, es de compromisos.

Esto último, permite afirmar que los *diagramas* son medio de *representación*.

- ⇔ De esta manera, definidas las *características*, y comprendido mejor lo que pueden representar los *diagramas*, se han relacionado uno con otros, para así expresar en palabras de naturaleza técnica y ligadas a un proyecto y sus proyectistas (los *diagramas*), las palabras del mundo del usuario (los *intereses* y sus *características*).

### 2.2.3. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS ACERCA DE LAS ACTIVIDADES

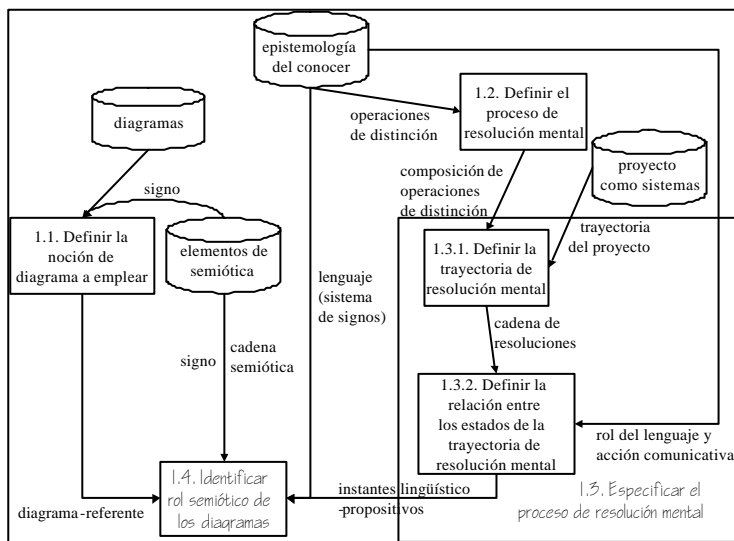
Aquí se presentan las descripciones metodológicas de cada actividad.

#### a. Actividad 1. Integración de los diagramas en el proceso de resolución mental

El proceso metodológico de la Actividad 1 comprende (Figura 2.6):

- la Tarea 1.1 'definir la noción de diagrama a emplear', donde se aportan bases conceptuales sobre lo que se entiende por diagrama y su uso;
- la Tarea 1.2 'definir el proceso de resolución mental', donde se aclara la noción de proceso de resolución mental;
- la Tarea 1.3 'especificar proceso de resolución mental', donde se detalla la operación del proceso de resolución mental;
- la Tarea 1.4 'identificar rol semiótico de los diagramas', donde se integran formalmente los diagramas en el proceso de resolución mental.

Figura 2. 6: Proceso metodológico de la Actividad 1 'Integración de los diagramas en el proceso de resolución mental'



De forma concurrente se ejecutan las siguientes las tareas 1.1 y 1.2.

**Tarea 1.1.** La Tarea 1.1 define una noción de diagrama revisando literatura sobre diagramas.

**Tarea 1.2.** La Tarea 1.2 define la resolución mental tomando nota de resultados recientes y válidos de epistemología del conocer, introduciendo de forma relevante el concepto de operación de distinción.

Concluida la Tarea 1.2, se procede a la especificación del proceso de resolución mental.

**Tarea 1.3.** La Tarea 1.3 se divide en dos subtareas:

- la Tarea 1.3.1 '*definir la trayectoria del proceso de resolución mental*', para definir el proceso como una trayectoria de estados de resolución; y,
- la Tarea 1.3.2 '*definir la relación entre los estados de la trayectoria de resolución mental*', para aclarar el tipo de relación existente entre los estados.

**Subtarea 1.3.1.** La subtarea 1.3.1 aprovecha que el proceso de resolución mental se define como una composición de operaciones de distinción. De esta manera se elabora una especificación de esta composición recordando que el proyectar es una trayectoria de estados, aquí redefinidos como cadena de resoluciones mediante operaciones de distinción.

**Subtarea 1.3.2.** La subtarea 1.3.2 aprovecha la idea de sucesión de operaciones de distinción a través de la trayectoria de estados del sistema proyecto. Esto último, unido al rol del lenguaje en una operación de distinción y que lenguaje se constituye por signos, permite especificar la unión entre estados.

Para unir los estados, se aprovecha que en los momentos de distinción del conocer hay dos instantes lingüístico-propositivos. Esto permite aclarar que primero una expresión lingüística sirve para decir algo y, luego, sirve para expresar otra cosa.

**Tarea 1.4.** Por último, en la Tarea 1.4, aprovechando la noción de diagrama-referente (Tarea 1.1) y que los signos se pueden vincular mediante una cadena semiótica (noción tomada de Peirce) de sucesivas interpretaciones, entonces los instantes lingüístico-propositivos (subtarea 1.3.2) se redefinen de forma equivalente como una cadena semiótica de instantes de interpretación de diagramas.

## **b. Actividad 2. Identificación y definición de características de un sistema artificial real**

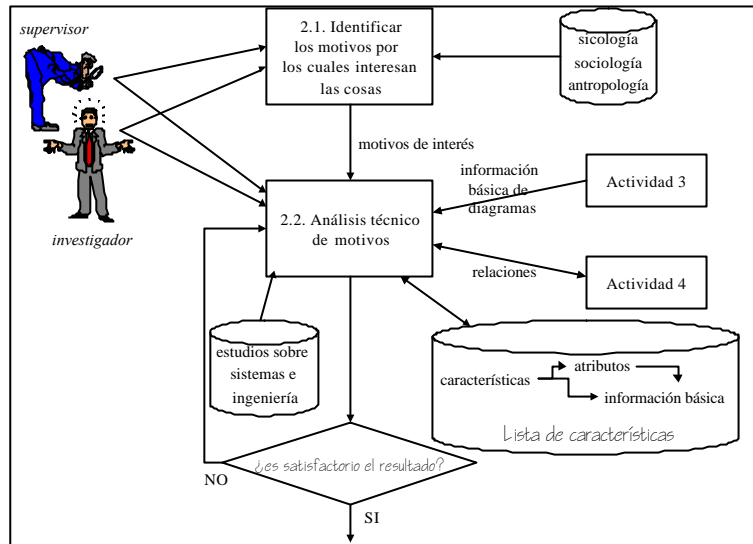
El proceso metodológico de la Actividad 2 comprende (Figura 2.7):

- la Tarea 2.1 '*identificar los motivos por los cuales interesan las cosas*', donde se definen los intereses humanos desde donde fundar las características que interesan de los sistemas artificiales reales; y,
- la Tarea 2.2 '*análisis técnico de los motivos*', donde se define la lista de características técnicas que interesan.

Dentro de la actividad, ambas tareas se ejecutan secuencialmente y se rigen por el análisis interpretativo del investigador y del supervisor de la tesis. La Tarea 2.2 permite concluir la actividad cuando se alcanza conformidad con los resultados<sup>6</sup>.

Figura 2. 7: Proceso metodológico de la Actividad 2 'Identificación y definición de características de un sistema artificial real'

**Tarea 2.1.** En la Tarea 2.1 son identificados los motivos que permiten que algo interese a una persona. A partir de estos motivos son concretados los intereses y derivadas sus características distintivas.



**Tarea 2.2.** En la Tarea 2.2 las características se derivan de los motivos de interés considerando literatura de ingeniería y sistemas con predominio del aspecto técnico (Blasco, 1998, 2000).

Las características se derivan directamente de las preguntas: i) 'qué' y 'dónde' que permiten identificar aspectos de identidad, localización, distancia y dirección (Downs y Stea, 1997); ii) la pregunta 'cuándo' para identificar el instante de presencia (Downs y Stea, 1997); y, 'quién' y 'por qué' para identificar responsables y razones de algo. Esto permite delimitar mejor los intereses evitando ambigüedades de definición Routio (1997).

Lo anterior se hace teniendo en cuenta que las personas conocen en función de su relación espacial con lo que le rodea según Goldstein (1992), lo cual puede determinarse con las preguntas que plantea Downs y Stea (1997). Esto a su vez se relaciona con la primera Ley de la gestalt<sup>7</sup>: lo percibido sigue un orden y simpleza, como algo que se manifiesta dentro de un contexto y un conjunto de relaciones (Munné, 1995, p. 60).

Además, en esta tarea se implementan canales de retroalimentación mediante la consideración de la información que expresan los diagramas (Feeney et. al, 2000), proveniente de la Actividad 3 y, analizando las relaciones entre características y diagramas que surjan de la Actividad 4.

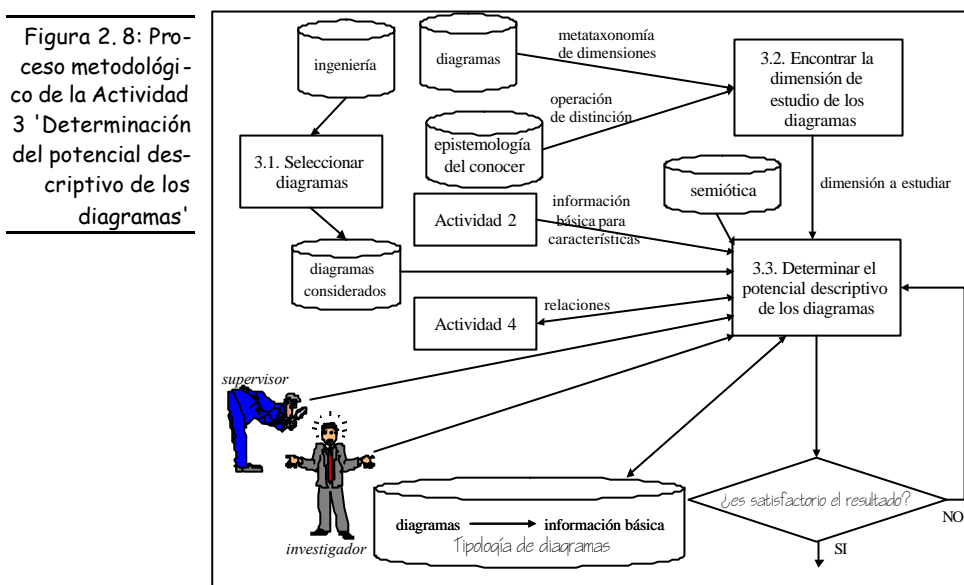
<sup>6</sup> Aquí se sigue el principio de saturación. La saturación indica aquél estado en el cual se acepta que algo es válido y aceptable cuando se intuye o percibe que es así, teniendo en consideración conocimiento personal y de terceros, y/o porque nuevos datos no aportan nada nuevo a las relaciones causales y/o conceptuales conseguidas. En la investigación cualitativa es ampliamente usado metodológicamente (Denzin y Lincoln, 1994) y en la investigación científica es subyacente (Bericat, 1998).

<sup>7</sup> Se considera la 'gestalt' por ser una disciplina de la cual se extraen interesantes aportaciones sobre la forma de conocer.

### c. Actividad 3. Determinación del potencial descriptivo de los diagramas

El proceso metodológico de la Actividad 3 comprende (Figura 2.8):

- la Tarea 3.1 'seleccionar diagramas', donde se seleccionan diagramas;
- la Tarea 3.2 'encontrar la dimensión de estudio de los diagramas', donde se centra el foco de estudio en el aspecto dimensional de los diagramas que es relevante; y,
- la Tarea 3.3 'determinar el potencial descriptivo de los diagramas', donde se identifica y define la representatividad de los diagramas.



Las Tareas 3.1 y 3.2 son previas a la Tarea 3.3, siendo esta última una actividad esencialmente de trabajo interpretativo. La Tarea 3.3 da por terminada la actividad cuando se alcanza conformidad con los resultados por saturación.

**Tarea 3.1.** En la Tarea 3.1 se efectúa una revisión de la literatura de ingeniería buscando diagramas representativos del área.

**Tarea 3.2.** En la Tarea 3.2 se revisa la forma en que se estudian los diagramas, considerando para ello una meta taxonomía de dimensiones o aspectos intrínsecos de interés y uso de diagramas, la cual describe las diversas dimensiones en que puede estudiarse un diagrama (Blackwell y Engelhardt, 1998).

En esta tarea, se implementan canales de retroalimentación mediante la consideración de la información que se desea para las características (Feeney et. al, 2000), proveniente de la Actividad 2 y, analizando las relaciones entre características y diagramas que puedan ya estar definidas en la Actividad 4.

**Tarea 3.3.** En la Tarea 3.3 se genera la tipología de diagramas a partir de los diagramas considerados. Esto se realiza, primero, obteniendo una tipología general de lo representable por los diagramas, según la dimensión Modo de Correspondencia.

Luego, este resultado se amplía fusionándole con el análisis interpretativo semiótico de cada diagrama en particular<sup>8</sup>.

En esta tarea se busca aminorar la interpretación explosiva de imágenes o grupos de ellas (Chevalier y Geerbrant, 1988) y/o, la multiplicidad de imágenes que puede sugerir algo (Díaz, 1993). Según lo anterior, se intenta evitar toda imaginaria física y fenomenológica que induce la interpretación de diagramas (Moret, 1982; Stewart, 1976).

Por tal motivo, se centra el análisis en aquello que el ser humano percibe de forma cotidiana buscándose que el diagrama exprese rasgos según consideraciones espaciales que rodean a las personas (por ejemplo, es alto, se mueve, es redondo) (Canestrari, 1980<sup>9</sup>).

Esto se relaciona con la segunda Ley de la gestalt (Munné, 1995, p. 60): la organización perceptiva es lo más "simple, ordenada o buena que permitan las condiciones estímulares del campo perceptual", la que permite hacer hincapié en que lo percibido es aquello que aparentemente resulta tratable.

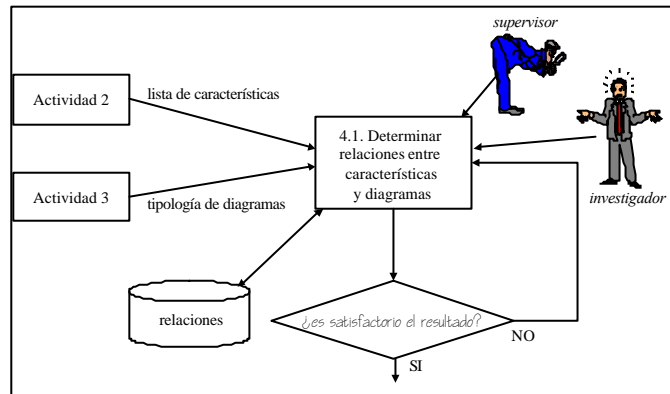
#### d. Actividad 4. Vinculación de características y diagramas

El proceso metodológico de la Actividad 4 se muestra en la Figura 2.9, que comprende la Tarea 4.1 'Determinar relaciones entre características y diagramas'. En esta tarea se vinculan interpretativamente las características con los diagramas generando las relaciones entre ellas.

Figura 2.9: Proceso metodológico de la Actividad 4 'Vinculación de características y diagramas'

En esta tarea confluyen la lista de características y la tipología de diagramas. Estas dos fuentes de datos intermedios garantizan:

- en cuanto a metodología, que al analizarse se provea completitud mutua al momento de generar las relaciones entre características y diagramas; y,
- en cuanto al problema, que lo percibido esté en relación de lo que llama la atención a las personas, lo que implica, lo que se desea conocer y lo que se conoce con diagramas.



<sup>8</sup> Aquí se intenta romper lo que se llama 'functional fixedness', el cual, según Magill (1996, p. 978) es "an inability to think of novel uses for thing because of a fixation on their usual functions".

<sup>9</sup> Canestrari (1980) señala que la percepción tiene que ver con: (i) la constitución del objeto en figura, fondo y leyes de segmentación del campo visual (proximidad, semejanza, cierre, continuidad de dirección, gestalt o la buena forma y experiencia pasada); (ii) la constancia perceptiva del objeto en tamaño y forma; (iii) el espacio o la distancia, atendiendo a la magnitud relativa o profundidad, la superposición, la disposición de luces y sombras, la luminosidad, la perspectiva aérea, la perspectiva lineal y la textura; (iv) el movimiento, por la velocidad (distancia, orientación, proximidad, magnitud y homogeneidad del campo) y, forma y dirección del movimiento (proximidad, semejanza, dirección y continuidad); y, (v) las cualidades expresivas y de la causalidad.



Como parte de tal relación, existe la posibilidad que una característica se exprese por más de un particular diagrama o grupo de diagramas, por cuanto el uso de uno de ellos no garantiza un desempeño representacional preciso (Kim et. al, 2000, p. 286).

Para enfrentar esta situación, Larkin y Simon (1987) sugieren realizar equivalencias informacionales y computacionales entre diagramas-referente de diagramas, las cuales, según Kim et. al (2000), son extensibles a grupos de diagramas-referente.

La *equivalencia informacional* ocurre cuando desde dos diagramas se infiere la misma información (Larkin y Simon, 1987, p. 67). La *equivalencia computacional* surge cuando entre dos diagramas con igualdad informacional "any inference that can be drawn easily and quickly from the information given explicitly in the [diagram] can also be drawn easily and quickly from the information given explicitly in the other [diagram], and viceversa" (ibid, p. 67).

Sin embargo, según Kim et. al (2000), la equivalencia computacional no es necesaria frente a la necesidad de buscar la expresividad de dos diagramas-referente en comparación. Por ello, en esta actividad, todo el análisis es informacional, buscando generar equivalencias entre diagramas-referente y/o entre grupos de ellos haciendo un análisis diagramático que incluya elementos gráficos y estructuras gráficas (Anderson y McCartney, 1995).

Tales equivalencias llevan a que las características puedan expresarse por uno o varios diagramas-referente. Como una manera de evitar el crecimiento en la cantidad de diagramas-referente en la representación de algo, Kim et. al (2000) han propuesto la idea de límite de crecimiento.

El límite de crecimiento de grupos o combinaciones de diagramas-referente se alcanza cuando no sea posible inferir el modelo que les generó. Este límite, según informa la literatura, se encuentra delimitado por dos cosas:

- con el número  $7 \pm 2$  que marca el límite de cosas que una persona puede manejar a la vez, lo cual se entiende como la cantidad de diagramas-referentes que es posible manejar; y,
- con la cantidad de diagramas-referente óptimo que aportan efectivamente información sin pasar a la desinformación.

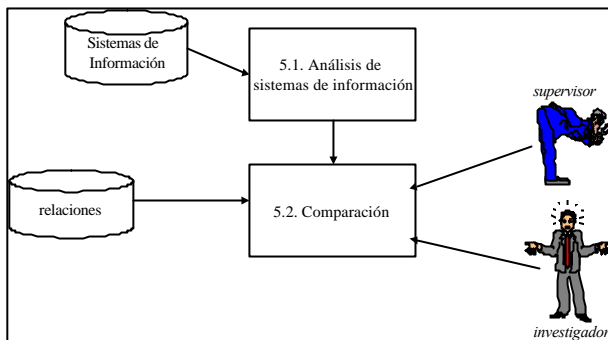
La actividad se da por terminada cuando se alcanza conformidad con los resultados por saturación.

#### e. Actividad 5. Análisis del resultado obtenido

El proceso metodológico de la Actividad 5 comprende (Figura 2.10):

- la Tarea 5.1 '*análisis de sistemas de información*', que permite obtener las características que interesan del sistema artificial real sistema de información y los diagramas usados en el desarrollo de sistemas de información; y,
- la Tarea 5.2 '*comparación*', donde se buscan las coherencias entre el resultado de la tesis con el análisis del sistema artificial real sistema de información.

Figura 2. 10: Proceso metodológico de la Actividad 5 'Análisis del resultado obtenido'



#### 2.2.4. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS RELATIVAS A LA RELACIÓN ENTRE ACTIVIDADES

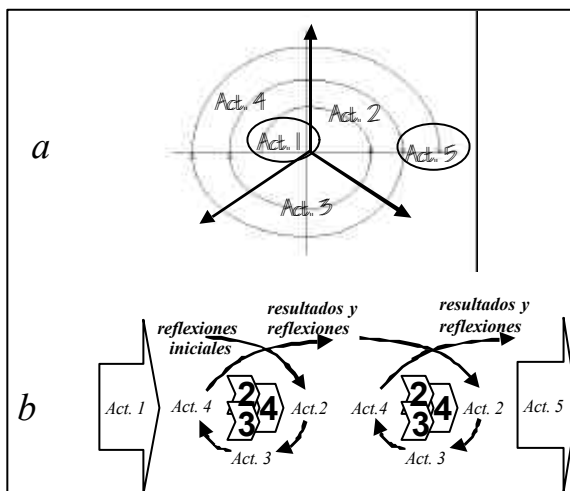
La linealidad entre las actividades, en el ámbito metodológico cobra otro sentido cuando se hace un trabajo interpretativo (Feyerabend, 1997), pues se debe hacer ver el dinamismo enactuante del proceso seguido el cual, además, se intenta aprovechar para enriquecer los resultados. Para ello se aplicó la idea seguir espirales de aprendizaje y mejora (McNiff et. al, 1996; Varela, 1993) en cuanto:

- existe una linealidad del proceso de investigación que, según Giere (1997), difícilmente puede hacerse bajo otro razonamiento;
- toda investigación genera reflexiones continuamente, con lo cual todas y cada una de ellas retroalimenta futuras reflexiones (Alvesson y Sköldberg, 1999); y,
- datos y reflexiones no se pierden, incrementando su cantidad y calidad conforme las actividades se realizan, aportando mayores indicios sobre lo que se hace y se busca (Binderman, 1998).

La explicación de esta espiral se puede hacer mediante dos vías explicativas.

Figura 2. 11: Espiral de enriquecimiento inter actividades

**Espiral concéntrica.** Esta espiral (Figura 2.11(a)) se inicia con la Actividad 1 como eje central que sienta las bases del rol de los diagramas en el proceso de resolución mental. Esta actividad da paso a las actividades 2, 3 y 4 cuya relación se encuentra determinada por sus respectivos canales de retroalimentación mostrados en los procesos metodológicos permitiendo la comparación inter datos (Miles y Huberman, 1984).



Así, las Actividades 2, 3 y 4 se iteran hasta alcanzar la conformidad deseada en todas ellas. Se cierra finalmente la espiral con la Actividad 5, para analizar el resultado como un todo.

**Espiral múltiple.** En este caso (Figura 2.11(b)) la espiral se muestra como un continuo de ciclos que se ejecutan luego de la Actividad 1 y antes de iniciar la Actividad 5. Así cada ciclo ejecuta secuencialmente las Actividades 2, 3 y 4 para un cierto conjunto de datos y de reflexiones, pasando luego a otros que enriquecen y mejoran resultados, aunque sin perder de vista que ellos deben converger hacia los objetivos de la tesis.

## 2.3. VERIFICACIÓN

Usar un paradigma post-positivista requiere tener en cuenta criterios de validez positivistas e interpretativos<sup>10</sup>.

Tabla 2. 2: Criterios de validez positivistas e interpretativos

<b>Criterio de validez positivista</b>	<b>Mecanismo empleado</b>
Validez interna	Se muestran las relaciones causales entre las unidades de análisis y sus interpretaciones derivadas del análisis de datos en el análisis cruzado de datos.
Validez externa	Se inicia con el análisis realizado frente al sistema artificial real sistema de información.
Confiabilidad	El proceso se podría replicar con las explicaciones dadas en este documento.
Objetividad	La neutralidad de los resultados se busca con la retroalimentación a través de las presentaciones en congresos.
<b>Criterio de validez interpretativo</b>	<b>Mecanismo empleado</b>
Credibilidad	Un marco teórico derivado de la literatura y la práctica de ingeniería de proyectos.
Transferibilidad	Un uso más extensivo o generalizable del resultado se consigue gracias al enfoque interdisciplinario de conceptos generales y amplios.
Dependencia	La metodología, o mejor dicho, toda la organización del trabajo ha sido expuesta públicamente en este documento.
Confirmabilidad	Se ha seguido un proceso de 'write-up' <sup>11</sup> con presentaciones en congresos (ver Tabla 2.3).

La Tabla 2.2 muestra los criterios de validez empleados y, los mecanismos y elementos empleados en conseguir su satisfacción. El uso complementario de ambos paradigmas posibilita que las equivalencias entre criterios les satisfagan en completitud<sup>12</sup> (Denzin y Lincoln, 1994; Schwartz y Jacob, 1984).

En particular, las actividades realizadas han estado relacionadas con diversos documentos. La Tabla 2.3 muestra la relación entre actividades, capítulos de la tesis y publicaciones en congresos.

<sup>10</sup> Los criterios de validez para el paradigma positivista son: validez interna que busca garantizar un isomorfismo de los hallazgos con la realidad; validez externa que busca la generabilidad; confiabilidad que busca la replicabilidad del proceso; y, objetividad que busca garantizar neutralidad del investigador.

Los criterios de validez para el paradigma interpretativo son : credibilidad buscando un marco teórico coherente y una similitud entre las representaciones de la realidad y del investigador; transferibilidad donde se persigue que los resultados tengan mayor alcance que el caso realizado; dependencia, que intenta que el proceso seguido sea transparente, documentable, auditable y escrutable; y, confirmabilidad con el cual se intenta que los datos y los resultados sean conocidos y de acceso público.

<sup>11</sup> El 'write-up' se entiende como el proceso de escritura constructiva, donde los resultados que surgen en el proceso de investigación son estados en la trayectoria de resolución o de confirmación de la tesis (Glaser, 1978, p. 83).

<sup>12</sup> Sus equivalencias son: validez interna con credibilidad, validez externa con transferibilidad, confiabilidad con dependencia y objetividad con confirmabilidad.

Tabla 2. 3: Difusión de las actividades y documentos de la tesis

Actividad	Capítulo en tesis	Publicaciones
Actividad 1: Integración de los diagramas en el proceso de resolución mental	Sección 3.1	Estay y Blasco (2000b)
	Sección 3.2	Estay y Blasco (2000a)
	Sección 3.3	Estay y Blasco (1998a) Estay y Blasco (1998b) Estay y Blasco (1998c) Estay y Blasco (2000a) Estay (2000)
	Sección 3.4	Estay y Blasco (2000b) Estay (2000)
Actividad 2: Identificación y definición de las características de un sistema artificial real	Capítulo 4 sección 4.1	Estay et. al (1999)
Actividad 3: Determinación del potencial descriptivo de los diagramas	Capítulo 4 sección 4.2	Estay et. al (1999)
Actividad 4: Vinculación de características y diagramas	Capítulo 4 sección 4.3	Estay et. al (1999)
Actividad 5: Validación del resultado obtenido	Capítulo 5	Estay y Blasco (1999)

## 2.4. RECAPITULACIÓN

El objetivo de este capítulo ha sido presentar la organización del trabajo, ejecutando una serie de actividades según y usando una serie de consideraciones metodológicas, de tal manera de conseguir la verificación del proceso de investigación.

Lo relevante ha sido el reconocimiento del proceder enactuado. Esto ha conducido a la ejecución en espiral de las actividades, además de explotar las relaciones interdisciplinarias que enriquecían y mejoraban los resultados que se obtenían.

## 2.5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvesson, Mats; y, Sköldberg, Kaj. (1999). *Reflexive Methodology. Interpretation and Research*. SAGE. 352 pp.
- Anderson, Michael; y, McCartney, Robert. (1995). Developing a Heuristic via Diagrammatic Reasoning. En *Proceedings of the 1995 ACM symposium on Applied Computing*. Nashville, TN USA. Febrero 26-28.
- Bericat, Eduardo. (1998) *La Integración de los Métodos Cuantitativo y Cualitativo en la Investigación Social*. Barcelona-España:ARIEL. 189 pp.
- Binderman, Steven. (1998). Echoes of Silence. A phenomenological Study of the Creative Process. *Creativity Research Journal*, 11(1):69-77.
- Blackwell, Alan; y, Engelhardt, Yuri. (1998). A taxonomy of diagram taxonomies. En *Proceedings of Thinking with Diagrams 98: Is there a science of diagrams?*, pp. 60-70.
- Blasco, Jaume. (1966). *De Omni re Scibile*. Departament de Projectes d'Enginyeria. Universitat Politècnica de Catalunya. No publicado. 326 pp.
- Blasco, Jaume. (1990). El Proceso de Invención (Ponencia N 4). En *Actas VI Congreso Nacional de Proyectos de Ingeniería*. Almagro-España, 26-29 Junio, 700 pp. pp. 283-295.
- Blasco, Jaume. (1998). Introducción al proyecto. Departament de Projectes d'Enginyeria. *Universitat Politècnica de Catalunya*. CD-ROM.
- Blasco, Jaume; Fores, Joan; y, Sariago, Pedro. (1995). Predictive description of the service sought from a factic body. En *Proceedings 10<sup>th</sup> International Conference On Engineering Design ICED 95*. pp. 793-794. Praga, Checoslovaquia. Agosto, 22-24.
- Blasco, Jaume (2000). *Los artefactos y sus proyectos*. POLITEXT Àrea d'Enginyeria Mecànica. Barcelona-España:Edicions UPC. 399 pp.
- Canestrari, Renzo. (1980). Dinámica de la percepción. En Ancona, Leonardo. (1980). *Enciclopedia Temática de Psicología*. Tomo I. Barcelona-España\_Editorial Herder. 955 pp.
- Chevalier, Jean; y, Gheerbrant, Alain. (1988). *Diccionario de los Símbolos*. Barcelona-España:Editorial Herder. 1177 pp.

- Denzin, Norman K; y, Lincoln, Yvonna S. (1994). *Handbook of Qualitative Research*. SAGE. 643 pp.
- Derrida, Jacques. (1997). *El tiempo de una Tesis. Deconstrucción e implicaciones conceptuales*. Proyecto A Ediciones nº 3. Barcelona-España:ANTHROPOS. 111 pp.
- Díaz Jimenez, Carmen. (1993). *Alfabeto gráfico. Alfabetización visual*. Madrid-España: Ediciones de la Torre. 411 pp.
- Dowds, Barbara Noel. (1998). Helping Students Make Connections Across Disciplines. *Creativity Research Journal*, 11(1):55-60.
- Downs, Roger M.; y, Stea, David. (1977). *Maps in Minds*. Reflection on Cognoscitive Mapping. Harper & Row Publishers. 284 pp.
- Echeverría, Rafael. (1993). *El Buho de Minerva*. Santiago-Chile:Dolmen Ediciones. 282 pp.
- Estay, Christian. (2000). A methodological position about the use of diagrams in projects. En *Proceedings of Symposium on Industrial Systems (IS 2000)* - International ICSC Congress on Intelligent Systems & Applications (ISA 2000). Wollongong, Australia. Diciembre. 12-15.
- Estay, Christian; y, Blasco, Jaume. (1998a). Aclaraciones respecto del uso de sistemas en el área de proyectos. *Departament de Projectes d'Enginyeria. Universitat Politècnica de Catalunya*. Documento de trabajo no publicado. 38 pp.
- Estay, Christian; y, Blasco, Jaume. (1998b). Los Sistemas de un Proyecto. En electronic *Proceedings IV International Congress of Project Engineering*. Córdoba-España:Universidad de Córdoba. Octubre 7-9. pp. 166-173.
- Estay, Christian; y, Blasco, Jaume. (1998c). El Proyecto de Sistemas. En electronic *Proceedings IV International Congress of Project Engineering*. Córdoba-España:Universidad de Córdoba. Octubre 7-9. pp. 175-184.
- Estay, Christian; y, Blasco, Jaume. (1999). Análisis del Servicio de los Subsistemas de Información en los Sistemas Artificiales. En *Actas XV Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos*. León, España. Septiembre 29-30 - Octubre 1.
- Estay, Christian; y, Blasco, Jaume. (2000a). El universo de proyectos: una epistemología sistémica para proyectos. En electronic *Proceedings V International Congress of Project Engineering*. Lérida, España. 4-6 Octubre.
- Estay, Christian; y, Blasco, Jaume. (2000b). Un planteamiento semiótico-sistémico en proyectos: la trayectoria de diagramas. En electronic *Proceedings V International Congress of Project Engineering*. Lérida, España. 4-6 Octubre.
- Estay, Christian; Blasco, Jaume; y, Lloveras, Joaquim. (1999). *Different forms of systems representation used in design*. En *Proceedings 12<sup>th</sup> International Conference On Engineering Design ICED 99*. Munich, Alemania. Agosto 24-26. Vol. 2. pp. 1247-1250.
- Estay, Christian; y, Pastor, Joan. (1999a). Investigación Cualitativa en Sistemas de Información: Instrumentos de investigación y su organización. Report de Recerca 99-52-R. *Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics. Universitat Politècnica de Catalunya*. Diciembre 12. 86 pp. <http://www.lsi.upc.es/dept/techreps/1999.html>.
- Estay, Christian; y, Pastor, Joan. (1999b). Investigación Cualitativa en Sistemas de Información: Modo de Análisis de Datos. Report de Recerca 99-53-R. *Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics. Universitat Politècnica de Catalunya*. Diciembre 12. 48 pp. <http://www.lsi.upc.es/dept/techreps/1999.html>.
- Estay, Christian; y, Pastor, Joan. (2000). La Investigación Cualitativa en la disciplina de Sistemas de Información: elementos introductorios y reflexiones disciplinarias. En electronic *Proceedings de 1ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação (APSI)*. Guimarães, Portugal. Octubre 25-27.
- Feeney, Aidan; HOLA, Ala K. W.; Liversedge, Simon P.; Findaly, John M.; y, Metcalf, Robert. (2000). How People Extract Information from Graphs: Evidence from a Sentence-Graph Verification Paradigm. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 149, 161.
- Feyerabend, Paul K. (1997). *Tratado contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. 3a ed. Madrid-España:TECNOS. 319 pp.
- Fitzgerald, Brian; y, Howcroft, Debra. (1998). Towards Dissolution of the IS Research Debate: From Polarisation to Polarity. *Journal of Information Technology*, 13(4):313-326.
- Flores, Fernando; y, Winograd, Terry. (1989). *Hacia la Comprensión de la Informática y la Cognición*. Colección ESADE. Barcelona, España: Editorial Hispano Americana. 266 pp.
- Gadamer, Hans-Georg. (1977). *Verdad y Método. Fundamentos de una hermenéutica filosófica*. Salamanca-España:SIGUEME. 687 pp.
- Glaser, Barney. (1978). *Theoretical Sensitivity*. University of California. San Francisco-EEUU. 164 pp.
- von Glasersfeld, Ernst. (1997). Distinguishing the Observer: An Attempt at Interpreting Maturana. Ed. 19/12/1997. <http://www.oikos.org/vonobserv.htm>. Leído el 14/4/2000.
- Giere, Ronald N. (1997). *Understanding scientific reasoning*. Fort Worth:Harcourt Brace College. 309 p.
- Goldstein, E. Bruce. (1992). *Sensación y percepción*. Madrid-España:Editorial DEBATE. 522 pp.

- Goyette, Gabriel; y, Lessard-Herbert, Michelle. (1988). *La Investigación-Acción. Funciones, fundamentos e instrumentación*. Barcelona-España:LAERTES. 228 pp.
- Guba, Egon G.; y, Lincoln, Yvonna S. (1994). Competing Paradigms in Qualitative Research. En *Denzin y Lincoln (1994)*, pp. 105-117.
- Hodder, Ian. (1994). The interpretation of documents and material culture. En *Denzin y Lincoln (1994)*, pp. 393-402.
- Inteco. (2000). Instituto de Terapia Cognoscitiva. Diez Años del Post-Racionalismo en Chile. <http://www.inteco.com>. Leído el 23/5/2000.
- Kim, Jinwoo; Hahn, Jungpil, Hahn, y, Hahn, Hyoungmee. (2000). How Do We Understand a System with (So) Many Diagrams? Cognoscitive Integration Processes in Diagrammatic Reasoning. *Information Systems Research*, 11(3):284-303.
- Larkin, Jill H.; y, Simon, Herbert A. (1987). Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words. *Cognoscitive Science*, 11(1):65-99.
- LeMoigne, Jean Louis. (1977). *La Théorie du système général. Théorie de la modélisation*. France:Presses Universitaires de France. 258 pp.
- Magill, Frank N. (1996). *International Encyclopedia of Psychology*. FD. 1886 pp.
- Maturana, Humberto. (1984). Fenomenología del Conocer. En *Del Universo al Multiverso*. Santiago-Chile:Editorial Universitaria.
- Maturana, Humberto. (1988). Ontología del Conversar. *Revista Terapia Psicológica*, VII(10):15-22.
- Maturana, Humberto. (1991). *Emociones y Lenguaje en Educación y Política*. HACHETTE/Comunicaciones. Santiago-Chile:Editorial Universitaria. 98 pp.
- McNiff, Jean; Lomax, Pamela; y, Whitehead, Jack. (1996). *You and Your Action Research Project*. Routledge. 157 pp.
- Miles, M.B.; y, Huberman, A.M. (1984). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Methods*. Newbury Park-CA:SAGE. 336 pp.
- Moret, Bernard M. E. (1982). Decision Trees and Diagrams. *ACM Computing Surveys*, 14(4):593-623.
- Munné, Frederic. (1995). *La Interacción Social. Teorías y ámbitos*. Barcelona-España:PPU. 248 pp.
- Piaget, Jean. *Naturaleza y métodos de la epistemología*. Buenos Aires-Argentina:PROTEO. 134 pp.
- Peñalver Simón, Mariano. (1998). La Hermenéutica contemporánea, entre la comprensión y el consentimiento. *Boletín Informativo Fundación Juan March*, 282:3-16. Agosto-Septiembre.
- Quintana Paz, Miguel Angel. (2000). *La hermenéutica se pone en acción. ¿Pensar en español?* Sección Temas de Libros. *Revista de Occidente*, 235:131-138. Diciembre.
- Ricoeur, Paul. (1986). *L'ecole de la Phénoménologie*. Librairie philosophique J. Vrin. 295 pp.
- Routio, Pentti. (1997). *Arteology*. University of Art and Design Helsinki. <http://www.uiah.fi/projects>. Leído el 12/10/2000.
- Ruiz, Alfredo. (2000). Fundamentos Teóricos del enfoque Post-Racionalista. En *Inteco (2000)*. [http://www.inteco.cl/articulos/001/texto\\_esp.htm](http://www.inteco.cl/articulos/001/texto_esp.htm). 7 pp. Leído el 30/3/2000.
- Schwartz, Howard; y, Jacob, Jerry. (1984). *Sociología Cualitativa. Método para la reconstrucción de la realidad*. Mexico:TRILLAS. 558 pp.
- Stewart, Ann Harleman. (1976). *Graphic Representation of Models in Linguistic Theory*. Indiana University Pres. 195 pp.
- Varela, Francisco. (1993). El ciclo creativo. Esbozo histórico cultural de la reflexividad. En Watzlawick, Paul; y, otros. (1993). *La realidad inventada*. Barcelona-España:GEDISA. 278 pp. pp. 251-263.