

3. EL ROL SEMIÓTICO DE LOS DIAGRAMAS EN LA RESOLUCIÓN MENTAL



"We should make things as simple as possible, but not simpler"
— Albert Einstein

En este capítulo se aborda el objetivo de '*Integrar los diagramas en el proceso de resolución mental*' de la Actividad 1 '*Integración de los diagramas en el proceso de resolución mental*' (Figura 3.1).

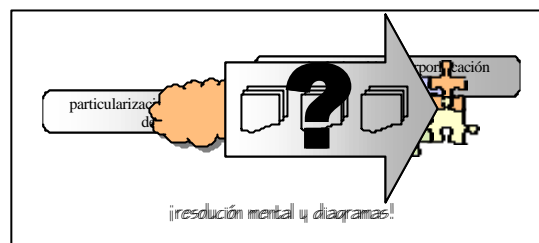


Figura 3. 1: El problema en este capítulo

Esta integración se funda en usar elementos de la Teoría del Conocimiento y aplicarlos en la noción de diagrama y el proceso de resolución mental. Todo esto configura una semiosis del diagrama, donde se estudia como signo integrado al proceso de resolución mental, ayudando a comprender su complejidad y dando las bases para facilitarle el trabajo al proyectista.

El capítulo se organiza como sigue. La sección 3.1 introduce la semiótica. La sección 3.2 profundiza la noción de diagrama. La sección 3.3 define y especifica el proceso de resolución mental. La sección 3.4 integra los diagramas en el proceso de resolución mental. Por último se hace una recapitulación (sección 3.5), seguida de las referencias bibliográficas (sección 3.6) y las notas del capítulo (sección 3.7).

3.1. ELEMENTOS DE SEMIÓTICA

Esta sección presenta elementos de semiótica fundamentales para desarrollos posteriores que se siguen en este capítulo.

3.1.1. ESCUELAS DE PENSAMIENTO Y DEFINICIÓN DE SEMIÓTICA

Lo que actualmente se conoce como semiótica ha estado condicionado a los desarrollos teóricos llevados adelante por dos escuelas de pensamiento cuyas diferencias están marcadas por la noción de signo (Carontini y Peraya, 1979, p.17): la de Saussure, donde se habla semiología (Saussure, 1980) y, la de Peirce, donde se habla de semiótica (Peirce, 1988).

Aunque semiología y semiótica aparentemente diferían en sus primeros años de existencia, con el tiempo se han establecido convergencias llegando a un estado actual donde ambos conceptos son comunes. Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE, 1992), entre semiología y semiótica existe una definición idéntica aunque en acepciones diferentes: "estudio de los signos en la vida social", como primera acepción en la semiología y como segunda acepción en la semiótica.

En el presente, la semiótica aporta una teoría de los signos (Ullman, 1967), dentro de la cual es posible encontrar conceptos e ideas que permiten un análisis sistemático de los signos. Tal análisis se orienta a comprender el significado de los signos principalmente en su dimensión social.

Según Phillips y Brown (1992) el estudio social interesa por cuanto existen marcos interpretativos de análisis donde observadores humanos y sociales se encuentran suspendidos en redes de significaciones. Estas significaciones surgen coparticipativamente gracias al juego de las interacciones cotidianas y se externalizan a través de un lenguaje (Blumer, 1982; Mead, 1953), el cual resulta ser quien permite comprender y saber el significado de los signos (Ullman, 1967, p. 73).

El estudio sistemático de los signos ha llevado a distinguir tres ramas dentro de la semiótica (Ullman, 1967, p. 18):

- la Semántica o el área interesada en la relación del signo con su significado;
- la Sintáctica o el área interesada en la relación o combinación entre signos; y
- la Pragmática o el área preocupada del "origen, usos y efectos del comportamiento en que ocurren" los signos.

3.1.2. LA NOCIÓN DE SIGNO

La definición o conceptualización de signo ha marcado la diferencia entre ambas escuelas de pensamiento. Ello se ha debido a que la idea o noción de signo debe incluir, considerar o tener presente, que existe una transmisión de información y una transformación del medio.

Lo anterior ocurre porque el signo¹ al entrar en contacto con la realidad produce nuevas comprensiones de la realidad, aportando nueva información sobre el entorno y/o altera la realidad individual y social con su sola presencia (Zavala en Zavala et. al, 1981). Por esta razón se dice que el signo añade mitos y nuevos simbolismos, actuando como un elemento 'simbo-constructivo' en sí mismo (Campbell, 1998) con significados contextuales e intencionados (Grice, 1977, p. 18).

a. La noción dual de signo en Saussure

Para Ferdinand de Saussure (Genf, 1857—Vufflens-sur-Morges, 1913) signo es una relación diádica de significante y significado (Figura 3.2(a); Saussure, 1980, p. 162).

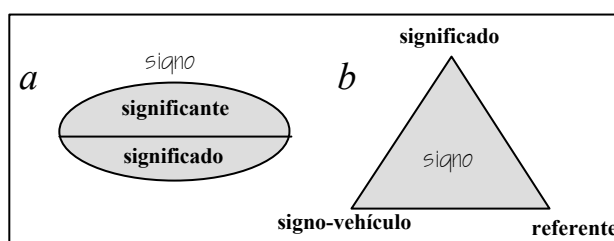


Figura 3. 2: El signo en (a) Saussure y (b) Peirce

Significado. El significado se asocia a la connotación, el concepto que representa, lo que el texto dice sobre el referente (lo que se indica o referencia), que en sí mismo es un concepto qué, como tal, o asociado con diversas connotaciones, se une al *significante* para constituir un signo.

Significante. El significante es la forma que el signo toma, relacionándose con la manifestación física, el sonido o la marca y, que al asociarse con un significado constituyen un signo.

b. La noción triádica de signo en Peirce

Para Charles Sanders Peirce (Massachusetts, 1839—Pennsylvania, 1914¹³) el signo existe en un proceso de "action of the sign," [...] process in which the sign has a cognoscitive effect on its interpreters as *semiosis*¹⁴. Strictly speaking, semiosis and not the sign, is thus the proper object of semiotic study" (Nöth, 1990, p. 42¹⁵).

Triada. Tal semiosis se manifiesta conforme el signo se considere como una triada donde tienen cabida tres componentes: signo, significado y referente¹⁶ (Figura 3.2(b)).

¹³ El trabajo de Peirce puede considerarse una obra extensa y variada, no obstante, según señalan Brent (1993) y Hookway (1985), ella se conoce por ediciones y recopilaciones realizadas principalmente después de su muerte.

¹⁴ Mientras Peirce usa en su obra semiosis como "the process whereby something functions as a sign" (Oxford, 1991); Charles William Morris (1901-1979) le define posteriormente como "a sign process, that is a process in which something is a sign to some organism" (Nöth, 1990, p. 48).

¹⁵ Las cursivas son del original y las comillas simples en el original son dobles.

¹⁶ La idea de triada se debe a las interpretaciones de editores y compiladores de Peirce, pues "never used a triangle to configure the [sign....] Peirce's favored [the...] existential graphs" (Haley, 1988, p. 18).

Signo. Un signo (*representamen*) es la representación principalmente visual y sonora, como una figura, una marca, un sonido o un gesto, usado como signo-vehículo en la comunicación (Nöth, 1990, p. 42).

Significado. Un significado (*interpretant*) es el sentido, la interpretación que le da y/o el significado que un observador le asocia al signo (Nöth, 1990, p. 43).

Referente. Un referente (objeto) es la entidad del mundo real a la cual se alude con el signo-vehículo (Nöth, 1990, p. 42).

En este sentido debe distinguirse el signo como la noción general de una triada versus el signo como la idea particular de algo, por ejemplo visual o gestual, como un círculo, un cuadrado, una flecha, un pictograma de esperanto o una nota musical (TwD, 1998). En este documento se usa la primera acepción.

Signo y el referente. Con esta distinción, el signo puede clasificarse según tres relaciones (Eco, 1989, p. 188): consigo mismo (con el signo-vehículo), con el interpretando y con el referente. De estas tres relaciones han resultado de mayor interés a la comprensión del signo y, por tanto, estudiadas con mayor profusión aquellas que "se presume [existen] con el referente" (Eco, 1989, p. 56, 188; MacEachren, 1995, p. 222).

Esto ha conducido a identificar tres manifestaciones de comunicación visual: símbolo, índice e icono, según la cercanía que exista entre el signo-vehículo y el referente (Figura 3.3, adaptación de MacEachren, 1995).

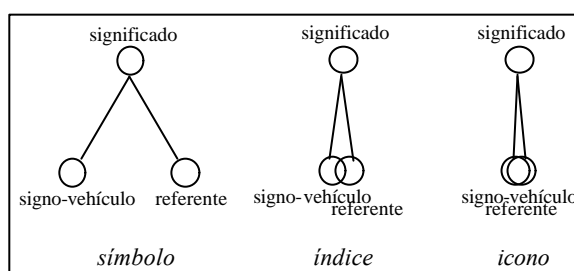


Figura 3.3: Símbolo, índice e icono

Símbolo. El símbolo es un "signo constituido como signo fundamentalmente por el hecho de ser comprendido o utilizado como tal" (Carontini y Peraya, 1979, p. 26). Para Peirce el símbolo "is a sign which refers the Object that it denotes by virtue of a law, usually an associate of general ideas" (Nöth, 1990, p. 115), el cual tiene un semejanza "por ley" con un referente (Eco, 1991, *ibid.*, p. 57).

Un ejemplo de símbolo es el cuadrado que indica un proceso en un diagrama de Caja Negra. Un caso más elaborado de símbolo aparece en Phillips y Brown (1992), quienes analizan la imagen de un hombre fumando de la siguiente manera:

- denota, indicando literalmente un hombre fumando;
- connota, relacionando la figura con la calidad del cigarrillo; y,
- refleja, siguiendo el mito del individualismo, la seguridad, la confianza.

Índice. El índice es "el signo que se refiere al objeto que denota en virtud del hecho de estar realmente delineado por éste" (Carontini y Peraya, 1979, p. 25). El índice es el signo que mantiene una conexión física con lo que indica (Eco, 1991, p. 57).

Un ejemplo de índice es el dedo apuntando hacia algo, lo cual indica la presencia de ese algo en una parte.

Icono. El icono es "el signo que denota en virtud de sus características propias" (Carontini y Peraya, 1979, p. 24). Es el signo que mantiene una relación de semejanza con el objeto representado (RAE, 1972; Eco, 1991, p. 57).

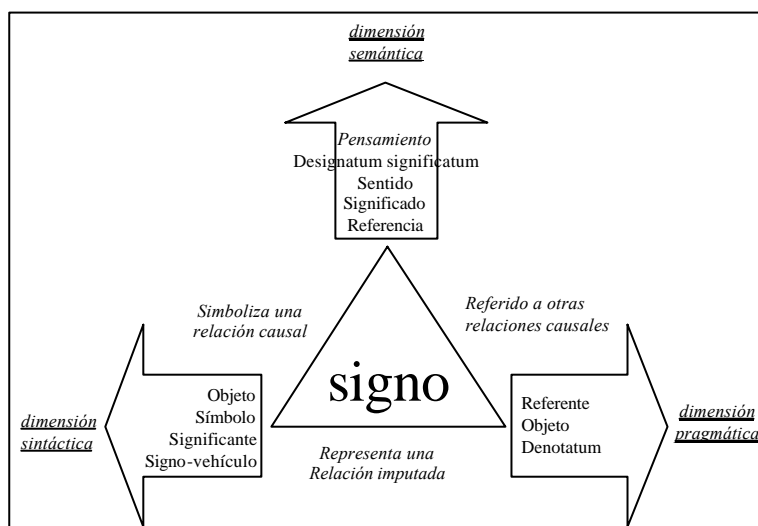
Como iconos se pueden considerar la imagen, el diagrama y la metáfora¹⁷ (Haley, 1988). Un ejemplo de icono es el plano de una casa.

3.1.3. LA CADENA SEMIÓTICA

Aparte del valor conceptual de la triada, ella permite reflejar la complejidad del proceso de uso de los signos. Esta complejidad tiene que ver con la interpretación libre, continua y variable de los signos en una semiosis (MacEachren, 1995, p. 234).

Esta interpretación resulta del uso que adquiera el signo conforme se relaciona con cada uno de los componentes de la triada. Esto ha llevado a establecer diversas relaciones entre estos componentes.

Figura 3. 4: El signo y sus relaciones

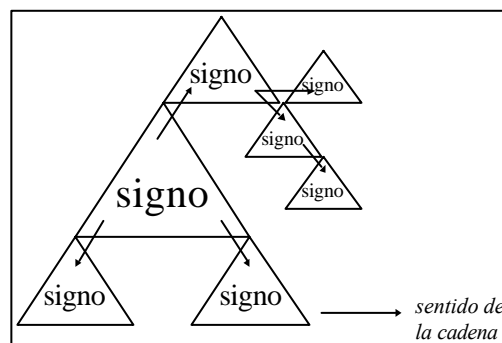


En la Figura 3.4 se muestran tales relaciones según:

- la relación entre pares de componentes de la triada (en *cursiva*, Ullman, 1967); y,
- la relación entre componentes y ramas de la semiótica (subrayados, Morris en Nöth, 1990).

El resultado es que cada componente puede predominar sobre la forma de analizar y comprender el signo, dándose lugar a diversas connotaciones simbo-constructivas.

Figura 3. 5: La cadena semiótica



¹⁷ Una Metáfora es un tropo de dicción (palabra usada en sentido distinto del que propiamente le corresponde) que consiste en expresar una idea valiéndose de otra con la que guarda analogía o semejanza, por ejemplo: 'el báculo de la vejez'.

Con estos resultados se puede generar una concatenación de triadas o una cadena semiótica de signos (Figura 3.5). Esto refleja los caminos que puede seguir un signo conforme se interpreta según intenciones del momento y el sitio de uso (Estay y Blasco, 2000b)

3.2. NOCIÓN DE DIAGRAMA

Según la Enciclopedia Britannica (Britannica, 2000), diagrama, del griego "Greek: diagramma, from diagraphēin to mark out by lines, from dia- + graphein to write-" es "a graphic design that explains rather than represents".

Por su parte, el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española señala que los diagramas "muestran las relaciones entre las diferentes partes de un conjunto o sistema" (2a. acepción, RAE, 1992), respecto a "demostrar una proposición, resolver un problema o figurar de una manera gráfica la ley de variación de un fenómeno" (1a acepción, RAE, 1992).

Hoy en día, lo que hace a los diagramas sujeto interesante de estudio es que, mientras no tienen la complejidad de detalle de una, por ejemplo, fotografía, ellos son por sí solos representaciones no verbales, que usan propiedades espaciales y visuales de sus elementos constituyentes para capturar y transmitir información (Anderson, 1997).

Sin embargo, la vaguedad que supone lo que se entiende por diagrama (Gruner y Kurt, 2000, p. 422) hace que su comprensión se realice de diversas maneras (Anderson et. al, 2000, p. v). Diversos autores han planteado que la semiótica es una vía válida de comprender los diagramas (Blasco, 2000a; Connolly, 2000; MacEachren, 1995, p. 242).

Semiótica y diagramas. La semiótica considera que la representación de las cosas sigue un modelamiento basado frecuentemente en imágenes gráficas, cuyo significado se asigna fenomenológicamente en lugar de seguir alguna formalización lógica (Brandt, 2000). Esta fenomenología se debe a que tales gráficas, o al menos se espera, satisfagan ciertas necesidades descriptivas, con lo cual se potencia su poder expresivo.

Al ampliar esta idea, Brandt (2000) y Norman (2000) señalan que las imágenes gráficas son modelos técnicamente especificados como representaciones icónicas del tipo diagramas. Con esto, la asignación fenomenológica de significado se convierte en un mecanismo para inhibir cualquier explosión de imaginación ilustrativa o gráfica que se pueda producir, siempre y cuando el uso del diagrama sea contextualizado.

En estos términos, puede decirse que el diagrama es un medio que permite expresar algo y reducir ambigüedades (Bertin, 1983) sobre la base de una serie de significados asignados fenomenológicamente a sus elementos gráficos. Por esta misma fenomenología, el diagrama puede considerarse:

- artefacto cognoscitivo;
- lenguaje y referente de la realidad; y/o,
- lenguaje de modelamiento y herramienta para comunicar, solucionar y descubrir.

Estas formas de considerar el diagrama se describen a continuación, recalcando que ellas se solapan y complementan.

3.2.1. ARTEFACTO COGNOSCITIVO

Los diagramas son considerados artefactos, herramientas o dispositivos cognoscitivos (Bond, 1996; Cross, 1996; French, 1985; Hart, 2000; Hubka y Eder, 1992; Tufte, 1990; Victor, 1995) para ver y conocer la realidad (MacEachren, 1995, p. 21).

Según lo anterior, los diagramas se usan para representar cosas en:

- manuales de instrucción, por ejemplo de electrónica o arquitectura (ver Bertin en Zavala et. al, 1981; o, Tufte, 1990);
- diseño de software o presentación de información (por ejemplo Braz, 1990; North y Schneiderman, 2000; o, Tufte, 1990) y/o,
- matemáticas y lógica simbólica (por ejemplo Bryan y Chen, 1995; Clarke et. al, 1995; Hoof y Veltran, 1973; o, Simon, 1979).

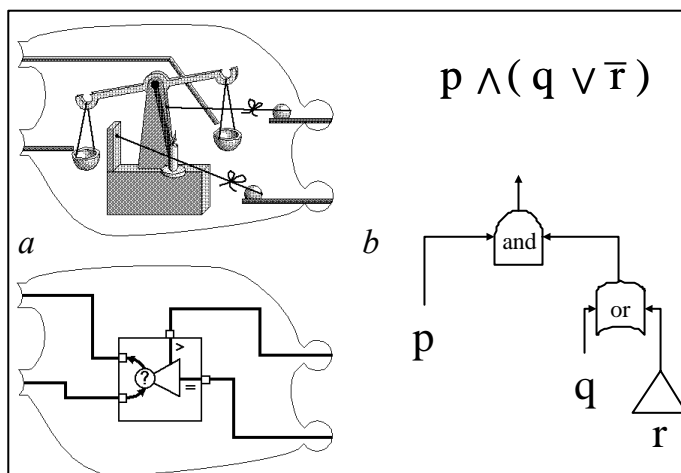
Todo con fines tan diversos como (Blackwell, 1998, p. 10; Kim et. al, 2000, p. 284): la solución informal de problemas, razonamiento cualitativo, solución de problemas geométricos, razonamiento de mercados económicos, diagnóstico médico, descubrimientos científicos o comprensión de sistemas mecánicos.

Dentro de este amplio rango de aplicabilidad, los diagramas se pueden ubicar, según Blackwell (1998), en la mitad de un continuo de representaciones, estando limitados, en un extremo por el texto y, en el otro extremo, por la imagen (Simon, 1979). Gracias a esta relación, Blackwell (1998) aclara lo siguiente:

- a diferencia del texto, un diagrama mantiene una relación homomórfica con un representado; y,
- a diferencia de la imagen, algunos aspectos de un diagrama pueden ser interpretados por convención y no pueden ser deducidos de correspondencias estructurales.

Figura 3. 6: a) Imagen y diagrama; b) Texto y diagrama

Lo anterior no excluye que texto, diagrama e imagen, sean, medios alternativos para dar mejor explicación de una realidad (Figura 3.6a) o, medios distintos para expresar lo mismo (Figura 3.6b).



Al complementarse pueden aprovecharse y/o generarse analogías o isomorfismos (Arnheim, 1969, p. 135; TwD, 1998), dándose la posibilidad que un texto pueda considerarse una imagen o un diagrama al analizar su forma, estilo y presentación, como ocurre en la grafología (Blackwell, 1993; Costa, 1990).

3.2.2. LENGUAJE Y REFERENTE DE LA REALIDAD

Lo que interesa del desarrollo previo es que texto e imagen poseen aspectos diagramáticos y, que los diagramas pueden ser estudiados con técnicas y teorías de textos e imágenes (Blackwell, 1998, p. 10). En este sentido es conveniente distinguir de ahora en adelante en un diagrama que:

- es un lenguaje gráfico bidimensional, compuesto de un léxico de elementos gráficos; y/o
- es la representación de una situación física según un tipo de estructura gráfica.

Con relación a estas dos cosas, se distingue diagrama como lenguaje en el primer caso y diagrama-referente en el segundo caso (Estay y Blasco, 2000a).

a. El diagrama como referente de una realidad

La literatura en general se refiere a los diagramas como la figura que describe, muestra o representa algo. Esta es la idea del diagrama como referente, diagrama-referenteⁱⁱ, un conjunto de elementos gráficos organizados según una determinada estructura gráfica, con el cual se desea representar y dar cuenta de una realidad.

b. El diagrama como lenguaje

Los diagramas pueden considerarse lenguajesⁱⁱⁱ por cuanto poseen (Gurr, 1999; MacEachren, 1995):

- Una sintaxis, por poseer reglas de asociación o vinculación de elementos gráficos para un determinado tipo de estructura gráfica, similares a las reglas de producción gramaticales que dan lugar a oraciones o frases, que en el caso de diagramas dan lugar a diagramas-referente.
- Una semántica, gracias a que poseen significados sus elementos gráficos, las estructuras gráficas, y el mismo diagrama-referente.
- Una pragmática, asumiendo que los diagramas-referente poseen determinada intencionalidad para producir un tipo de impacto o acción en un determinado contexto.

3.2.3. LENGUAJE DE MODELAMIENTO Y HERRAMIENTA

Los diagramas son sistemas-sígnicos concebidos por la mente humana para propósitos de imaginación, modelamiento, diseño técnico, comprensión social, comunicación y pensamiento (Brandt, 1997; Felfernig y Zanker, 2000). En tanto sean considerados lenguajes, se pueden emplear para exteriorizar de manera gráfica las intuiciones o percepciones manifestadas en el procesamiento mental de las personas o como parte de las operaciones de distinción (Hacker et. al, 1995).

En este caso, se constituyen en lenguajes de modelamiento, con el fin de conocer y construir realidades y, por tanto, herramientas a disposición de los observadores.

Así, como *lenguaje de modelamiento* permite y ayuda a (Bertin, 1983, p. 2; Bezen et. al, 1998; Blackwell, 1998; Britton et. al, 2000; Brna, et. al, 1998; Furnas et. al, 2000; He et. al, 1990):

- hablar de aquello 'a mí' y a otros, comunicando información;
- tratar de aquello, especificando, minimizando y/o abstrayendo algo;
- reflexionar sobre aquello, analizando, evaluando, contrastando y pensando sobre ese algo;
- indagar acerca de aquello, descubriendo, explorando y/o analizando las particularidades de las cosas; y/o,
- cambiar aquello, innovando, mejorando, rehaciendo, diseñando lo que se ve, no se ve o se desea alcanzar en aquello.

Mientras, como *herramienta de trabajo*, tiene usos diversos orientados a ayudar en (Blackwell, 1998, p. 12; Gurr, 1999; Kim et. al, 2000, p. 284; Newell y Simon, Rogers, 1996; 1972, p. 72; Simon y Paige 1966, pp. 218-226; Simon y Hayes, 1976, pp. 494-405, 1977, pp. 504-508):

- soportar y transmitir memes¹⁸;
- comunicar información, como una presentación aislada (en una presentación pública o disertación) o como parte de un texto (dentro de un texto de estudio);
- solucionar problemas, como representaciones externas que apoyan a la memoria de trabajo y permiten expresar restricciones de manera relativamente eficiente; y,
- descubrir, generar y/o explorar soluciones alternativas a problemas, potenciando la creatividad.

3.3. PROCESO DE RESOLUCIÓN MENTAL

Se ha comentado que la resolución mental es un proceso que permite construir una realidad y/o hacerla conocida.

Comenzando con la presentación de las ideas de Humberto Maturana, se procede a un desarrollo conceptual donde el proceso de resolución mental:

- se define como un proceso cognoscitivo, individual, social y comunicacional compuesto de operaciones sucesivas de distinción; y,
- se especifica como una estructura de estados de resolución vinculados por instantes lingüístico-propositivos.

Como parte del mismo proceso de teorización, se añaden elementos de Flores y Vygotsky que permiten vincular los enunciados de Maturana con la nomenclatura usada en la semiótica, lo cual permite luego introducir los diagramas. Así:

- de Fernando Flores se toma el concepto de redes de conversaciones como eje de la comunicación humana; y
- de Lev Vygotsky se toma la mediación lingüística mediante signos.

¹⁸ Un meme es "an information pattern, held in an individual's memory, which is capable of being copied to another individual's memory" (Heylighen, 2000).

3.3.1. FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS

El estudio del conocimiento humano puede abordarse de diversas maneras. Una de ellas es la teoría del conocimiento de Humberto Maturana. Esta teoría es una perspectiva epistemológica del conocer que explica el proceso de construcción del conocimiento y de conocimiento de la realidad (Maturana 1975; Maturana y Varela, 1990; Varela, 1996, p. 119; Varela et. al, 1992, p. 61).

Con esta discusión, se fundamenta y comprende que la ingeniería, mediante el proceso de resolución mental, es una construcción influenciada por la ontogenia de las personas y sustentada en un lenguaje de signos (Estay y Blasco, 1998a; Inteco, 2000; Maturana, 1993, 1995; Maturana y Varela, 1980, 1990; Oikos, 2000).

a. La distinción en la realidad (objetiva)

Para Maturana (1991a) los fenómenos pueden ser comprendidos en un camino explicativo de la realidad que denomina un camino (objetivo), un objetivo entre paréntesis, a diferencia de un camino objetivo sin paréntesis.

- En la *explicación (objetiva)* las cosas solamente existen en función de la explicación que sobre ellas pueda hacer el observador.
- En la *explicación objetiva* las cosas existen con independencia del observador.

b. Los momentos de distinción

En la realidad que surge en el camino (objetivo) (Maturana, 1991a, 1991b; Maturana y Varela, 1990) se siguen dos momentos de distinción como parte del proceso epistemológico del conocer (Maturana, 1991b).

- En el primer momento de distinción, las cosas de la realidad son fenómenos que se distinguen conforme se hacen presentes a los observadores desde un trasfondo, causando perplejidad en los observadores ante lo nuevo (Dewey, 1993).
- El segundo momento de distinción es la caracterización del fenómeno, con el fin de elaborar 'constructos' (mentales y/o materiales) que permitan superar la perplejidad del primer momento, para que el observador pueda tener control de lo que le rodea conforme lo nuevo le interese (Dennet, 1996).

En el segundo momento de distinción se manifiestan coherencias operacionales sobre la base de operaciones de distinción, tanto en el observador, como entre el observador y otros observadores (Maturana, 1991a).

c. Operaciones de distinción y lenguaje

Una *operación de distinción* (Figura 3.7) permite construir la realidad caracterizando o conociendo fenómenos mediante el lenguaje. Este conocer ocurre en dos niveles o fases, que Lev Vygostky (1896—1934) llama un 'habla interno' y un 'habla externo' (Wertsch, 1988) asociables al proceso mediante el cual se modela de forma individual y colectiva (Estay, 1994, 1998).

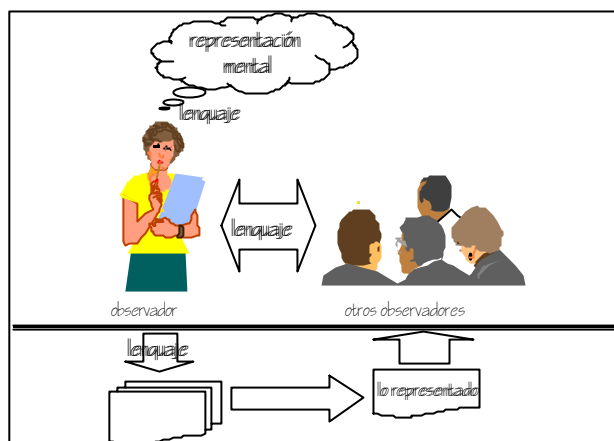


Figura 3. 7: Rol del lenguaje en la operación de distinción

Habla interno. En el 'habla interno' el observador se explica a sí mismo el fenómeno siguiendo lo que dicta su ontogenia. El observador elabora representaciones o construcciones mentales con un determinado lenguaje y, opcionalmente, puede generar representaciones signícas usando el mismo u otro lenguaje.

Lo anterior genera expresiones que dan forma a un representado, o un mensaje sobre lo percibido.

Habla externo. En el 'habla externo', el observador comunica sus construcciones mentales hacia otros individuos como parte de una red de conversaciones (Flores, 1992a; Flores y Winograd, 1989) empleando algún lenguaje, ya sea por comunicación directa hablada o escrita (parte superior Figura 3.7) o, mediada por formas visuales (parte inferior Figura 3.7).

En este ínterin, otros observadores pueden responder a esta comunicación con otros mensajes que dan lugar a una retroalimentación dentro de la operación de distinción.

Construir y conocer. Producto de esta operación de distinción, en el segundo momento de distinción, el fenómeno es construido individual y socialmente, dándole un cuerpo con propiedades y atributos asignados por el propio observador en el lenguaje o mejor dicho mediante los significados de los signos en el lenguaje (Vygotsky, 1979, 1995).

Las coherencias operacionales, de esta manera son, ni más ni menos, simples acuerdos, ajustes o 'amalgamientos' tácitos o implícitos que emergen de la interacción entre dos entes. En el 'habla interno' serán acuerdos entre el observador y su imagen de previa mundo y, en el 'habla externo' serán acuerdos entre el observador y otros observadores.

De esta manera, el lenguaje es la herramienta y el medio para construir el fenómeno en cuanto objeto que se conoce (Reznikov, 1970). De hecho, las cualidades asignadas del fenómeno solamente existen si ellas:

- ya existen en el lenguaje del observador; y/o
- pueden ser derivadas a partir de la habilidad del observador en el uso del lenguaje (Maturana, 1984, 1988; Maturana y Varela, 1980; Flores, 1992a, 1992b) mediante la redefinición de signos (Vygotsky, 1979).

Esto hace qué, si las cualidades existen en el lenguaje, la construcción de la realidad está predecida. Así, el conocimiento de la realidad es un resultado único y particular dependiente del lenguaje. No obstante cuando el observador 'habla' puede cambiar su habla interno y el externo, añadiendo, cambiando, eliminando signos, haciendo de su realidad un universo particular aunque en continua interacción con el universo de otros observadores (todo parte de un multiverso, Maturana, 1991b).

3.3.2. DEFINICIÓN DEL PROCESO DE RESOLUCIÓN MENTAL

La definición de resolución mental a presentar surge de una argumentación desde la epistemología del conocimiento sin perder de vista la perspectiva de ingeniería. En este sentido, la definición caracteriza la resolución mental como:

- un proceso de acciones cognoscitivas;
- un proceso compuesto de operaciones de distinción; y,
- un proceso lingüístico-comunicacional individual y social.

a. Proceso de acciones cognoscitivas

La resolución mental es un proceso conformado por acciones que componen un diseño esencialmente cognoscitivo donde se busca alcanzar un mayor nivel de claridad conceptual conforme se resuelve un conflicto ('designing', Hubka y Eder, 1996, 1997; Stolterman, 1998).

Se recalca que la idea de diseño se usa el sentido de un "focusing on the analysis of needs and the preliminary design of functionality and form" (Simonsen y Kensing, 1994, p. 1). Esto lleva o contiene en sí mismo la idea de retroalimentación entre diseño y necesidad, a diferencia del diseño lineal enfocado en la construcción e implementación de algo diseñado (Simonsen y Kensing, 1994).

Por tanto, diseño debe entenderse como el proceso donde lo que se quiere, se puede, se anhela, desea y/o se sueña, dentro de marcos individuales o colectivos que, sean de tipo social, cultural, político, económico, o cualquier otro de interés, conducen a un modelo.

b. Proceso compuesto de operaciones de distinción

La resolución mental es el camino para hacer emerger características, propiedades o cualidades de algo que se desea a través del uso del lenguaje, el cual a su vez limita lo que se puede mostrar. Esto ocurre conforme la resolución mental sea una composición de operaciones de distinción las cuales permiten la construcción de algo, por ejemplo un sistema artificial real, que se va distinguiendo como un todo cognocido.

Así, la resolución mental es la acción de, no solamente distinguir, sino también, entre otras cosas, descubrir, explicar y/o aclarar, las cosas que a las personas les interesan o al menos lo que les está llamando la atención.

c. Proceso lingüístico-comunicacional individual y social

La resolución mental opera en la dimensión humana para resolver un conflicto, como parte de un proceso comunicacional de base lingüística que se manifiesta en la red de conversaciones de los individuos y que posibilita la generación de compromisos.

Según lo anterior, desde el punto de vista de Flores y Winograd (1989, p. 201):

- las conversaciones abarcan el plano individual y social de las personas; y,
- los compromisos son las futuras acciones que una resolución genera.

Dicho esto, la resolución mental se dice individual por operar en la ontogenia de los individuos. Mientras, lo social se manifiesta cuando un observador participa de una comunidad con la cual comparte ciertas prácticas e ideas (Nickols, 1999; Brown y Duguid, 1991; Sharp, 1997).

En el entendido que comunidad es el encuentro de individuos cuya interacción genera un espacio único y distintivo sustentando en un lenguaje propio (por ejemplo, el lenguaje del proyecto, Estay, 1991), una resolución no es más que la expresión de un acuerdo conseguido respecto de lo que puede considerarse solución, la cual, por supuesto, puede evolucionar con el tiempo. Por este motivo, una resolución puede comprometer futuras soluciones, aunque este mismo proceso conlleva el enriquecimiento en la resolución por simple 'variedad de opiniones'.

3.3.3. ESPECIFICACIÓN DEL PROCESO DE RESOLUCIÓN MENTAL

La definición anterior permite tener una idea de lo que puede ser un proceso de resolución mental, no obstante, para mayor claridad, aquí se especifica. Esta especificación comprende la mecánica mediante la cual algo se va resolviendo, involucrándose una trayectoria de estados de resolución, introduciendo la posibilidad de hablar de cadena o sucesión de estados vinculados lingüísticamente.

a. Trayectoria de resolución y operaciones de distinción

Siguiendo la Figura 3.8, el sistema proyecto evoluciona en tiempo y espacio según evolucionan las trayectorias de los sistemas proyectar y proyectado (Estay, 2000; Estay y Blasco, 2000a).

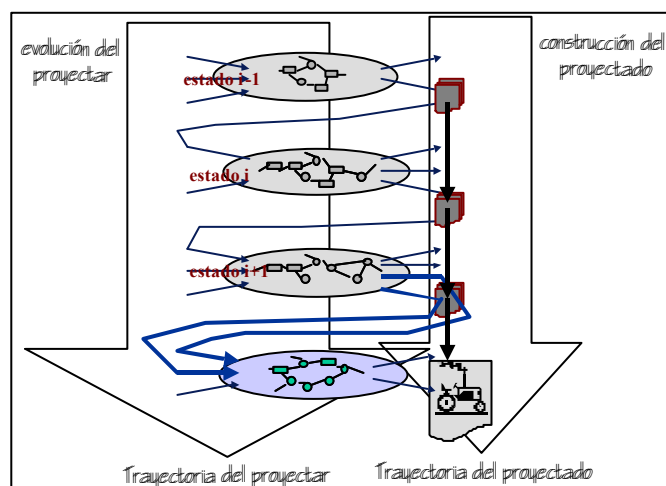


Figura 3. 8: La trayectoria de resolución

Trayectoria del proyectar y operación de distinción. La trayectoria del proyectar evoluciona, tanto por los cambios del medio, como por la madurez del mismo proceder de resolución. Conforme en el proyectar se manifiesta la resolución mental, y esta última se compone de operaciones de distinción, la trayectoria resulta estar compuesta de operaciones de distinción.

Tales operaciones de distinción no tienen otro fin que buscar y representar la solución a un conflicto, encadenándose entre sí para pasar hacia la solución más conveniente.

Cada cierto tiempo, o por eventos no esperados, surgen arbitrarios cortes en tal encadenamiento, identificándose un estado. Este estado ofrece como salida un estado de resolución el cual, según se considere oportuno, será entrada a un siguiente estado.

Trayectoria del proyectado. De forma paralela, surge la trayectoria del sistema proyectado, como la sucesión de salidas-entradas entre estados del sistema proyectar. Esta sucesión, conforme son reflejos de estados de resolución, configura la historia de particularizaciones y corporificaciones de la solución al conflicto.

Trayectoria de resolución y diagramas. En estos términos, aprovechando que los diagramas son lenguajes y, por tanto, parte de las operaciones de distinción, sirven al observador en el habla interno y en el habla externo.

De esta manera, los diagramas-referente permiten que las salidas se expresen diagramáticamente, expresando una realidad situada, un estado de resolución consensuado, convenido o sencillamente instrumental que resulta del proceder en las operaciones de distinción de uno y/o de varios proyectistas. Gracias a esto, longitudinalmente se establece una sucesión de descripciones diagramáticas mediante la cual la solución de algo se va haciendo conocida y se va construyendo.

Sin embargo, el paso de un estado a otro es un proceso más complejo que requiere una previa discusión sobre el rol que asume el lenguaje respecto de los estados de resolución.

b. Vinculación lingüístico-propositiva de los estados de resolución

Como expresiones de una realidad y parte de los compromisos entre personas, las expresiones lingüísticas en general pueden considerarse entes comunicacionales que generan acciones.

En este sentido, las expresiones son analizables como actos comunicativos¹⁹ ligados, ya sea, a un punto ilocucionario o, a un punto perlocucionario (Flores y Winograd, 1989²⁰).

¹⁹ El propósito con este acercamiento lingüístico se basa en tomar nota que la comunicación produce acciones de diversa naturaleza. Tales acciones tienen que ver con el trabajo de Searle quien parte de los estudios de Austin.

John Langshaw Austin estudia ciertas expresiones que no son estados del mundo sino que constituyen actos como prometer, amenazar o nombrar.

John Rogers Searle, alumno de Austin, formaliza tales actos en promesa y petición, clasificándoles en correspondencia con los puntos de ilocución definiendo cinco categorías del punto de ilocución (notas tomadas de Flores y Winograd, 1989).

Aún más, según la intencionalidad que un emisor desee dar a tales actos, pueden operar en dos instantes lingüístico-propositivos (Arnheim, 1969, p. 269), como parte de la interpretación comunicativa que permite cambiar, regenerar o crear conceptos (Toulmin, 1972).

El 1er. instante lingüístico-propositivo. En un primer instante, las expresiones dirigen, ordenan, el mundo conforme se dice/muestra algo. Siendo así, una expresión en este instante se le vincula a las categorías de un punto ilocucionario:

- *asertiva*²¹, al comprometer al observador a reconocer que se expresa algo cierto y válido para una resolución;
- *expresiva*²², pues expresa exactamente un estado de resolución asociado a un estado de ánimo del observador;
- *declarativa*²³, pues declara una correspondencia entre lo que se desea expresar, su modelo y un estado de resolución;
- *comisiva*²⁴, ya que el observador se ve obligado a futuro a refinar y concretar lo que hoy expresa; y,
- *directiva*²⁵, al forzar al observador u otros individuos a considerar las expresiones presentes como base de futura discusión.

El 2o. instante lingüístico-propositivo. En el segundo instante, una expresión está en un punto perlocucionario, pues se sugiere el camino a seguir según lo planteado en el primer instante.

La sucesión de instantes. Ligando ambos instantes en una sucesión se tienen dos valores interpretativos: (i) es reflejo de una situación y la indicación de un proceder futuro; y, (ii) es la base directriz para el siguiente estado de resolución mental.

- i. Proceder futuro, porque los actos lingüísticos son una forma de generar compromisos en el individuo pues, como dice Simon (1978), "la representación hace que varíen las circunstancias" futuras, lo cual "es cuestión sabida [. . .] y evidente" (ibid, p. 118). En este sentido las descripciones lingüísticas son la salida del segundo momento de distinción, planteando un primer ordenamiento sobre algo, que es una manera de superar la perplejidad del primer momento de distinción y, además, una manera de controlar lo que está pasando.

²⁰ La diferencia entre ambos actos la podemos ver en el siguiente escrito. "Hay locución cuando alguien dice 'Mátala', y cuando por matar quiere decir matar y por el acusativo del pronombre personal 'la' quiere decir ella, hay ilocución cuando alguien me ordena matarla, y hay perlocución cuando alguien me persuade que la mate" (Las comillas simples en el original son dobles aludiendo a textos de Austin, Ferrater, 1979)

²¹ Comprometen "al orador (en grado diverso) a algo que afecta a la verdad de la proposición expresada" (Flores y Winograd, 1989, p. 92).

²² Expresan "un estado psicológico acerca de un estado de cosas. Esta clase incluye actos tales como excusarse y alabar" (Flores y Winograd, 1989, p. 92).

²³ Ponen "la correspondencia entre el contenido proposicional del acto del habla y la realidad, tal como se ilustra en el ejemplo de declarar a una pareja que está casada" (Flores y Winograd, 1989, p. 92).

²⁴ Comprometen al orador ([...] en grado variable) a algún tipo de acción futura" (Flores y Winograd, 1989, p. 92).

²⁵ Intentan " (en grado variable) forzar al oyente que haga algo" (Flores y Winograd, 1989, p. 92).

- ii. Directriz, en tanto los mensajes que surgen de lo representado en cada estado del proyectar, en el segundo instante, serán fenómenos recién percibidos como si se tratase de un primer momento de distinción y, por tanto, aportando nuevas interpretaciones que afectan la caracterización del mismo fenómeno en el segundo momento de distinción.

3.4. ROL SEMIÓTICO DE LOS DIAGRAMAS EN LA RESOLUCIÓN MENTAL

Antes de proceder a mostrar de qué manera se integran los diagramas-referente en el proceso de resolución mental, conviene recordar algunas cosas:

- las personas conocen por medio de dos momentos de distinción (Maturana, 1991a);
- la trayectoria existe como parte de una red de conversaciones de compromisos (Flores y Winograd, 1989, p. 201);
- el diagrama-referente porta un mensaje en la red de conversaciones que una persona tiene consigo misma y/o con otras;
- el dominio lingüístico es explicable en términos semióticos gracias a la aproximación entre lenguaje y semiótica sugerida por Saussure (Nöth, 1990, p. 58) y desarrollada más extensamente por Vygotsky (Wertsch, 1988) en el sentido que los signos son constitutivos de los lenguajes.

Con estas ideas, lo que aquí se hace es que los diagramas adquieren un rol conforme, asimilados como lenguajes, semióticamente sean los elementos que vinculan los eslabones de la cadena de estados aprovechando la analogía con la sucesión de los instantes lingüístico-propositivos.

3.4.1. LA CADEMA SEMIÓTICA DE DIAGRAMAS

Conforme los diagramas son lenguajes y generan expresiones en la forma de diagramas-referentes, es posible realizar un análisis similar, pero semiótico, de los instantes lingüístico-propositivos, ahora como instantes interpretativos. Esto lleva a mostrar la semiosis del diagrama en un proyecto (Connolly, 2000; Estay, 2000; Estay y Blasco, 2000b) y que, además, les justificará formalmente en la resolución mental (Lindsay, 2000; Thurbon, 2000; Ferguson et. al, 2000).

a. 1er. instante interpretativo

El primer instante interpretativo surge de tomar nota de lo señalado por Simon (1978, p. 118), para quien "resolver un problema significa sencillamente representarlo de forma que quede transparentada la solución."

En este primer instante (Figura 3.9), en un estado del proyectar, el diagrama-referente es la salida de un estado del proyectar. En este estado del proyectar, la solución de la última operación de distinción involucrada pasa a ser referente de la solución deseada.

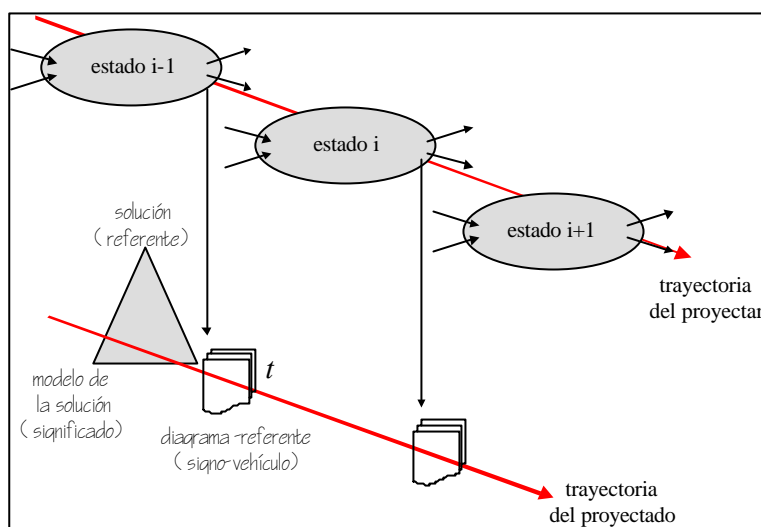


Figura 3.9: El diagrama-referente en el primer instante interpretativo

Según esto último, existirá un modelo de la solución del cual se infiere un orden que ha permitido llegar a la actual solución. En tal sentido, el diagrama-referente será el signo-vehículo usado en representar diagramáticamente tal solución, en otras palabras, un símbolo de la solución según convenga y se sugiera de modelo de la solución.

b. 2o. instante interpretativo

En el segundo instante interpretativo (Figura 3.10), entre estados del proyectar, el diagrama-referente es una expresión lingüística que sirve para indicar qué hacer. Esto es así por cuanto, primero, los signos permiten construir u organizar significados futuros (Dewey, 1993, p. 199) y, segundo, en tanto, pasan a ser en sí mismos la realidad que intentaban representar, dejando de ser representación de una realidad pasada.

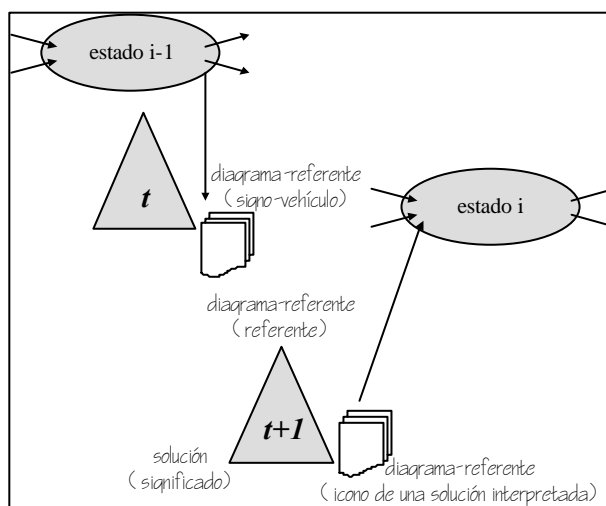


Figura 3.10: El diagrama-referente en el segundo instante interpretativo

Así, el diagrama-referente en un instante t , signo-vehículo de la solución de un estado $i-1$, es re-interpretado o re-leído por los proyectistas en un instante $t+1$ conforme se espera sea entrada en un estado i .

En este sentido, el diagrama-referente sirve de referente de la solución, cuyo significado se espera emerja del mismo diagrama-referente. Esto último convierte al diagrama-referente en una realidad concreta, pasando a ser icono de una solución que se interpreta. Ahora bien, lo que se entienda por solución será el significado que sugiera el diagrama-referente como un signo-vehículo con rol de icono respecto de algo que se asume es solución.

c. Sucesión de instantes

Lo anterior permite formalizar la cadena de resoluciones como una sucesión de interpretaciones de diagramas-referente. Esta interpretación, tal como se plantea entre estados, está influenciada individualmente y socialmente por lo que pueda haber ocurrido entre ellos.

Desea destacarse que este mismo proceso puede darse dentro de cada estado, si ellos desean analizarse a su vez como subprocesos de resolución mental.

3.4.2. EL DIAGRAMA COMO MEDIADOR EN LA RESOLUCIÓN MENTAL

Tomando de referencia lo anterior se puede decir que los diagramas, como lenguajes, proveen a la resolución mental de diagramas-referente que permiten dar forma y sustento a las trayectorias del proyectar y el proyectado.

En estos términos, el diagrama aparece como un mediador de la resolución mental que, según diversos autores, ahora sería:

- un instrumento para salir airoso de la actividad de 'estar en el mundo' (Wertsch, 1988, Vygotsky, 1979);
- un mediador en la expresión de un sistema artificial real (Blasco, 2000b) y de una realidad (MacEachren, 1995, p. 244);
- una herramienta para pasar de un significante a un referente solución (Blasco, 1966);
- un medio para dar cuenta de la intencionalidad de un proyecto (Estay y Blasco, 1998b);
- una ayuda para representar artefactos de forma más completa y elaborada (Blasco, 2000a, 2000b); y/o,
- un medio de cimentar el conocimiento a través de computaciones sucesivas (Foerster, 1993, p. 44), ahora mediante computaciones diagramáticas sucesivas.

3.5. RECAPITULACIÓN

En este capítulo se ha mostrado la forma en que los diagramas pueden integrarse en el proceso de resolución mental mediante una semiosis que ha requerido la lectura semiótica de los diagramas y las bases epistemológicas del conocer de Maturana.

Lo relevante ha sido mostrar la formalización del uso de diagramas como mediadores en el construir de soluciones y en el conocer de las cosas

Tal resultado muestra el camino necesario para conocer y construir un sistema artificial real (Figura 3.11), faltando solamente aclarar cual debe ser la intención a tener en la cadena semiótica de diagramas: diagramar las características técnicas que hacen ver los intereses de los usuarios en el siguiente capítulo.

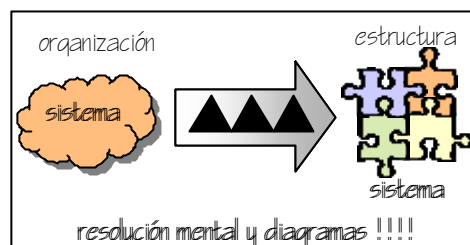


Figura 3. 11: El rol semiótico de los diagramas en el proceso de resolución mental

3.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, Michael. (1997). Welcome to the Diagrammatic Reasoning Site. <http://www.hcrr.ed.ac.uk/gal/Diagrams/intro.html>. Última actualización Febrero 22.
- Anderson, Michael; Cheng, Peter; y, Haarslev, Volker. (2000). *Theory and Application of Diagrams*. Lecture Notes in Artificial Intelligence 1889. Subseries of Lecture Notes in Computer Science. SPRINGER. 504 pp. Septiembre.
- Arnheim, Rudolf. (1969). *Visual thinking*. California-USA:University of California Press. 345 pp.
- Bertin, Jacques. (1983). *Semiology of graphics diagrams, networks, maps*. Madison-USA:University of Wisconsin Press. 415 pp.
- Bezem, Marc; Klop, Jan Willem; y, Oostrom, Vincent van. (1998). Diagram Techniques for Confluence. *Information and Computation*, 141:172-204.
- Blackwell, Leurs. (1993). *La tipografía del siglo XX*. España:Editorial Gustavo Gili S.A. 256 pp.
- Blackwell, Alan. (1998). *Methaphor in Diagramas*. PhD thesis. Darwin College. University of Cambridge. Cambridge. UK. 270 pp.
- Blasco, Jaume. (1966). *De Omni re Scibile*. Departament de Projectes d'Enginyeria. Universitat Politècnica de Catalunya. No publicado. 326 pp.
- Blasco, Jaume (2000a). *Los artefactos y sus proyectos*. POLITEXT Àrea d'Enginyeria Mecànica. Barcelona-España:Edicions UPC. 399 pp.
- Blasco, Jaume (2000b). Los proyectos, el proyectar y el proyectado. *Departament de Projectes d'Enginyeria. Universitat Politècnica de Catalunya*. <http://bscw.upgc.es>. Leído el 21/10/2000. 166 pp.
- Blumer, Herbert A. (1982). *El Interaccionismo Simbólico: Perspectiva y Método*. Barcelona-España: HORA S.A. 160 pp.
- Bond, William T. F. (1996). *Design project planning. A practical guide for beginners*. Prentice-Hall, 125 pp.
- Brandt, Per Aage. (1997). The Schematism of Diagrams. En *Proceedings of Colloque CISEL 97. L'image dans le langage et dans les non-langages*. Center for semiotic research. University of Aarhus. <http://www.hum.au.dk/semiotics/docs/epub/urb97/urb97.htm>. Leído el 20/9/2000. 5 pp.
- Brandt, Per Aage. (2000). *The Schematism of Diagrams*. Center for semiotic research. University of Aarhus. <http://www.hum.au.dk/semiotics/docs/publications/paab/diagramas/diagramas.htm>. Leído el 17/5/2000. 7 pp.
- Braz, Lisa M. (1990). Visual Syntax Diagrams for Programming Language Statements. En *Proceedings of the conference on SIGDOC '90*. Little Rock, AR USA. Octubre 31 – Noviembre 2. pp. 23-27.
- Brent, Josep. (1993). *Charles Sanders Peirce. A life*. Indiana University Press. 388 pp.
- Britannica. (2000). Britannica Encyclopedia. <http://www.britannica.com>.
- Britton, Carol; Jones, Sara; Kutar, Maria; Loomes, Martin; y, Robinson, Brian. (2000). Evaluating the Intelligibility of Diagrammatic Languages Used in the Specification of Software. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 376-391.
- Brna, Paul; Cox, Richard; y, Good, Judith. (1998). Learning to Think and Communicate with Diagramas. En *TwD (1998)*. <http://www.mrc-apu.cam.ac.uk/~alan.blackwell/discussion-papers/education.html>. Leído el 13/5/1998.
- Brown, John Seeley; y, Duguid, Paul. (1991). Organizational Learning and Communities of Practice: Toward a Unified View of working, learning and innovation. *Organizational Science*, 2(1):40-57.

- <http://www.parc.xerox.com/ops/members/brown/papers/orglearning.html>. Leído el 23/11/1999.
- Bryant, Randal E.; y, Chen, Yirng. (1995). Verification of Arithmetic Circuits with Binary Moment Diagrams. En *Proceedings of the 32nd ACM/IEEE conference on Design Automation Conference*. San Francisco, CA USA. Junio 12-16. pp. 535-541.
- Campbell Williams, Mark. (1998). Interpreting Rich pictures symbolically. *Systems Research and Behavioral Science*, 15(1):55-59.
- Carontini, Enrico; y, Peraya, Daniel. (1979). *Elementos de semiótica general. El proyecto semiótico*. Barcelona-España: GG. 139 pp.
- Clarke, E. M.; Fujita, M.; y, Zhao, X. (1995). Hybrid Decision Diagrams. Overcoming the Limitations of MTBDDs ad BMDs. En *Proceedings of the 1995 ACM/IEEE international conference on Computer-Aided Design*. San Jose, CA USA. Noviembre 5-9. pp. 159-163.
- Connolly, John. (2000). Diagrams as Components of Multimedia Discourse: A Semiotic Approach. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 479- 482.
- Costa, Joan. (1990). Los recursos combinatorios del grafismo funcional. En Moles, Abraham; y, Janiszewski, Luc. (1990). *Grafismo funcional*. Enciclopedia del Diseño. Barcelona-España:CEAC. 284 pp. pp. 121-151.
- Cross, Nigel. (1996). *Engineering Design Methods. Strategies for Product Design*. John Wiley and Sons. 179 pp.
- Dennet B., Daniel C. (1996). *Contenido y conciencia*. Serie CLA • DE • MA Ciencias cognitivas. Barcelona-España: GEDISA. 256 pp.
- Dewey, John. (1993). *Cómo pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y educativo*. Serie Cognición y desarrollo. Barcelona-España:PAIDOS. 249 pp.
- Eco, Umberto. (1989). *La Estructura Ausente. Introducción a la semiótica*. Barcelona-España:LUMEN. 446 pp.
- Eco, Umberto. (1991). *Signo*. Barcelona-Madrid:Labor S. A. 216 pp.
- Estay, Christian. (1991). Análisis y estudio de un prototipo para una herramienta automatizada para el modelamiento de datos. Tesis de Ingeniería Civil en Informática. *Departamento de Informática. Universidad Técnica Federico Santa María*. 92+78 pp.
- Estay, Christian. (1994). Un Enfoque Lingüístico en el Modelamiento de Sistemas. En *Actas VII Encuentro Nacional de Informática y Educación Computacional (ACHICE)*. Concepción-Chile. Julio 19-22.
- Estay, Christian. (1998). White paper 01. Curso de doctorado 'Visión del Proyecto como un Sistema Artificial'. *Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universitat Politècnica de Catalunya*. Barcelona, España. Enero. 6 pp. <http://www.terra.es/personal4/cestay/papers.htm>.
- 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. (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.
- Ferrater Mora, José. (1979). *Diccionario de Filosofía*. Alianza diccionarios. Madrid-España:Alianza Editorial.
- Felfernig, Alexander; y, Zanker, Markus. (2000). Diagrammatic Acquisition of Functional Knowledge for Product Configuration Systems with the Unified Modeling Language. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 361-375.
- Ferguson, Robert Ian; Hunter, Andrew; y, Hardy, Colin. (2000). MetaBuilder: The Diagrammer's Diagrammer. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 407-421.
- Flores, Fernando. (1992a). *Inventando la Empresa del Siglo 21*. Chile:Apunte REDCOM.
- Flores, Fernando. (1992b). *El Carácter Lingüístico de las Organizaciones*. Chile:Apunte REDCOM.
- Flores, Fernando; y, Winograd, Terry. (1989). *Hacia la Comprensión de la Informática y la Cognición*. Colección ESADE. Barcelona, España: Editorial Hispano Americana. 266 pp.

- Von Foerster, Heinz. (1993). Construyendo una realidad. En Watzlawick, Paul; y, otros. (1993). *La realidad inventada*. Barcelona-España_GEDISA. 278 pp. pp. 38-56.
- French, Michael J. (1985). *Conceptual Design for Engineers*. Springer-Verlag. 226 pp.
- Furnas, George; Qu, Yan; Shrivastava, Sanjeev; y, Peters, Gregory. (2000) The use of Intermediate Graphical Constructions in Problems Solving with Dynamic Pixel-Level Diagrams. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 314-329.
- Grice, H. P. (1977). *Significado*. Cuadernos de Crítica no. 1. UNAM. 18 pp.
- Gruner, Stefan; y, Kurt, Murat. (2000). Diagrammatic Control of Diagrammatic Satructure Generation. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 422-436.
- Gurr, C. A. (1999). Effective Diagrammatic Communication: Syntactic, Semantic and Pragmatic Issues. *Journal of Visual Languages and Computing*, 10:317-342.
- Hacker, Winfried; Sachse, Pierre; y, Schroda, Franke. (1995). Effects of sketching and external modeling in design problem solving. En Darmstadt Symposium, Designers - the Key to Successful Product Development. Darmstadt. Alemania, 3-5 Diciembre. <http://www.muk.maschinenbau.tu-darmstadt.de/fra/symp/>. 12 pp. Leído el 14/03/1998.
- Haley, Michael Cabot. (1988). *The semeiosis of poetic metaphor*. Peirce Studies Number 4. Indiana University Press. 178 pp.
- Hart, Ian. (2000). Introduction to a Research Project. Educational Technological Resources. *Centre for Media Resources, University of Hong Kong*. http://media.hku.hk/cmr/edtech/Cognoscitive_Tools.html . 2pp. Leído el 14/03/1998.
- Heylighen, F. (2000). Memetics. Heylighen, F.; Joslyn, C.; y, Turchin V. (eds.). *Principia Cybernetica Web (2000)*. <http://pespmc1.vub.ac.be/REFERPCP.html>. Leído el 15/1/2000.
- Hoof, G.; y, Veltran, M. (1993). Diagrammas. *Laboratory I Theoretical Studies Division. CERN 73-9. Organisation Européene pour le Recherche Nucléaire. CERN European Organization for Nuclear Research*. Ginebra. Septiembre 3. 114 pp.
- Hookway, Christopher. (1985). *Peirce*. Routledge & Kegan Paul, 301 pp.
- Hubka, Vladimir; y, Eder, W. Ernst. (1992). *Engineering Design. General Procedural Model of Engineering Design*. España:Edición Eurista, 133 pp.
- Hubka, Vladimir; y, Eder, W. Ernst. (1996). *Design Science*. UK:Springer. 251 pp.
- Hubka, Vladimir; y Eder, W. Ernst. (1997). Theoretical Approaches in Design Methodology. En Darmstadt Symposium, Designers - the Key to Successful Product Development. Darmstadt. Alemania, 3-5 Diciembre. <http://www.muk.maschinenbau.tu-darmstadt.de/fra/symp/>. 14 pp. Leído el 14/03/1998.
- 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.
- Lange, Mark. (1999). Providing Detail Design Activities with Product Knowledge from Concept Design Activities. *ReachIn Technologies AB*.
- Lindsay, Robert K. (2000). Playing with Diagrams. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 300-313.
- MacEachren, Alan M. (1995). *How to Maps Work. Representation, Visualization and Design*. The Guilford Press. 513 pp.
- Maturana, Humberto. (1975). La Organización de lo Vivo: Una Teoría de la Organización Viviente. *International Journal Man-Machine Studies*, 7:313-332.
- 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. (1991a). *El Sentido de lo Humano*. HACHETTE/Comunicaciones. Santiago-Chile:Ediciones Universitarias.
- Maturana, Humberto. (1991b). *Emociones y Lenguaje en Educación y Política*. HACHETTE/Comunicaciones. Santiago-Chile:Editorial Universitaria. 98 pp.
- Maturana, Humberto. (1993). *Desde la Biología a la Sicología*. Santiago-Chile:SYNTHESIS Editorial. 241 pp.
- Maturana, Humberto. (1995). *La realidad ¿objetiva o construida?* Nueva Ciencia. ANTHROPOS. 159 pp.
- Maturana, Humberto; y, Varela, Francisco. (1980). *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. 42. Holland:Reidel Publishing Co. 141 pp.
- Maturana, Humberto; y, Varela, Francisco. (1990). *El Arbol del Conocimiento*. Madrid-España:DEBATE. 219 pp.
- Mead, George H. (1953). *Espíritu, persona y sociedad*. Buenos Aires-Argentina:Paidós. 393 pp.
- Newell, Allen; y, Simon, Herbert H. (1972). *Human Problem Solving*. Prentice Hall International. 920 pp.

- Nickols, Fred. (1999). Community of Practice. Overview. *The Distance Publishing Company*. <http://home.att.net/~nickols/>. 8 pp. Leído el 23/11/1999.
- Norman, Jesse. (2000). Differentiating Diagrams: A New Approach. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 105-116.
- North, Chris; y, Schneiderman, Ben. (2000). Snap-together visualization: can users construct and operate coordinated visualizations. *International Journal Human-Computer Studies*, 53:715-739.
- Nöth, Winfried. (1990). *Handbook of Semiotics*. Indiana University Press. 576 pp.
- Oikos. (2000). Página Web de Humberto Maturana. <http://www.oikos.org/maten.htm>. Leído el 23/5/2000.
- Oxford. (1991). *The Oxford English Dictionary*. 2a ed. Clarendon Press Oxford.
- Peirce, Charles. (1988). *Escritos lógicos*. Madrid-España:ALIANZA Editorial. 264 pp.
- Phillipps, Nelson; y, Brown, John L. (1992). Analyzing Communication in and around Organizations: A Critical Hermeneutic Approach. *Academy of Management Journal*, 36(6):1547-1576. December.
- RAE. (1992). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*. Madrid-España.
- Reznikov, L. O. (1970). *Semiótica y Teoría del Conocimiento*. Madrid-España:Madrid Alberto Corazón. 334 pp.
- Rogers, E. (1996). A Study of visual reasoning in medical diagnosis. En *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognoscitive Science*. San Diego, CA USA. Julio 12-15. pp. 213-218.
- Saussure, Ferdinand de. (1980). *Curso de Lingüística General*. Madrid-España: AKAL/Universitaria. 319 pp.
- Sharp, John. (1997). Communities of Practice: A Review of the Literature. <http://www.tfriend.com/cop-lit.htm>. 10 pp. Leído el 23/11/1999.
- Simon, Herbert A. (1978). *Las Ciencias de lo Artificial*. Colección Universitaria. Barcelona-España:ATE. 168 pp.
- Simon, Herbert H.; y, Paige, Jeffrey M. (1966). Cognoscitive Processes in Solving Algebra Word Problem. En *Simon (1979)*, pp. 201-229.
- Simon, Herbert H.; y, Hayes, John R. (1976). The Understanding Processes: Problem Isomorphism. En *Simon (1979)*, pp. 477-497.
- Simon, Herbert H.; y, Hayes, John R. (1977). Psychological Differences among Problems Isomorphism. En *Simon (1979)*, 498-512.
- Simon, Herbert H. (1979). *Models of Thought*. New Haven and London:Yale University Press. 524 pp.
- Simonsen, Jesper; y, Kensing, Finn. (1994). Take Users Seriously, but Take a Deeper look. Report No. CSLI-94-185. *Center for the Study of Language and Information*. April. 18 pp.
- Stolterman, Erik. (1998). Visualization Techniques in Societal Design. <http://www.informatik.umu.se/~erik>, 25 pp. Leído el 23/06/1998.
- Thurbon, Joseph. (2000). Executing Diagram Sequences. En *Anderson et. al (2000)*, pp. 392-406.
- Toulmin, Stephen. (1972). *La comprensión humana I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid-España:ALIANZA. 523 pp.
- Tufte, Edward. (1990). *Envisioning Diagram*. Graphic Press. 126 pp.
- TwD. (1998). Thinking with Diagrams. An Interdisciplinary Workshop. <http://www.mrc-apu.cam.ac.uk/~alan.blackwell/Workshop.html>. Leído el 15/6/1998.
- Ullman, Stephen. (1967). *Semántica. Introducción a la ciencia del significado*. España:Aguilar. 320 pp.
- Varela, Francisco. (1996). *Conocer*. Colección El Mamífero Parlante. Barcelona-Madrid:GEDISA. 120 pp.
- Varela, Francisco; Thompson, Evan; y, Rosch, Eleanor. (1992). *De Cuerpo presente. Las ciencias cognoscitivas y la experiencia humana*. Serie CLA • DE • MA Ciencias cognoscitivas. Barcelona-España: GEDISA. 318 pp.
- Victor, Lawrence. (1995). CTTT: Cognoscitive Tools, Techniques, Training & Technology. En *Proceedings Conference on Cognoscitive Technology*. City Polytechnic of Hong Kong, 24-27 Agosto. <http://www.worldtrans.org/whole/cognoscitivetools.html>. Leído el 23/03/1998.
- Vygotsky, Lev S. (1979). *El Desarrollo de los Procesos Sicológicos Superiores*. Barcelona-España:GRIJALBO.226 pp.
- Vygotsky, Lev. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Serie Cognición y desarrollo humano. Barcelona-España:PAIDOS. 237 pp.
- Wertsch, James. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Serie Cognición y desarrollo humano. Barcelona-España:PAIDOS. 264 pp.
- Zavala, V. S.; Garrion, E.; Costa, J.; Gubern, R.; Metz, C.; Nekes, W.; Nottiez, J.-J.; y, Bertin, J. (1981). *Imagen y lenguaje*. Barcelona-España:Editorial Fontanella. 345 pp.

3.7. NOTAS CITADAS

i

Un signo presenta las siguientes características (Ullman, 1967):

- natural (las nubes dando un indicio de lluvia) o de comunicación humana (sean lingüísticos, como el braille, el morse o el castellano por ejemplo; o, no lingüísticos, por ejemplo signos, señales de tráfico, gestos);
- intencional (usados por los hombres y los animales con fines de comunicación) o no intencional;
- convencional (por algún acuerdo o convención) o no;
- sistemático (como las luces de tráfico o las partituras musicales) o no sistemático (las nubes);
- sustentado en el uso de algún sentido humano (principalmente por el oído y la vista); y,
- monosémico (el significado de cada signo es previo a la observación y se usan para reflexionar cuando se busca una máxima de reducción a la confusión) o polisémico (el significado sigue o se deduce de la colección de signos, con lo cual la significación es subjetiva y debatible) (Bertin, 1983, p. 2), y, en tercer término se cita la característica de pansémico (Bertin, 1983, p. 2), donde el signo se liga a imágenes no figurativas, lo cual permite considerar aquí a la música.

ii

La idea o distinción de diagrama-referente no es clara en la literatura. Por este motivo, se añaden las siguientes ideas de diagrama encontradas destacando, cuando corresponda, señalar cuando hablar de diagrama-referente.

- En Haley (1988) se destaca que Peirce habla de un diagrama-referente, que mantiene una relación de "analogical proportionality" (ibid, fig. 2.2 en p. 39,) con un objeto.
- Para Carontini y Peraya (1979) los diagramas son "iconos de relaciones inteligibles" (ibid, p. 24) pues son análogos a la cosa representada.
- En Hartshorne y Weiss (1933), aludiendo a Peirce, aparece diagrama como "a representamen which is predominantly an icon of relations and is aided to be so by conventions" (ibid, p. 341).
- Bertin (1983) señala que un gráfico es un "diagram when the correspondence on the plane can be established among all the elements of one component and all the elements of *another* element" (ibid, p. 193, la cursiva es del original), o sea, un diagrama-referente es un gráfico que plantea correspondencias entre sus signos y relaciones con fenómenos de la realidad. Para Bertin (1983) los diagramas son entidades pasivas, cuya forma de análisis se limita a determinar una forma de correspondencia con la realidad y registrando tales correspondencias.
- Los diagramas-referente ayudan a simbolizar un pensamiento o referencia que a su vez se refiere al rasgo o acontecimiento sobre el que se está trabajando o hablando (parafraseando a Ullman, 1967).
- Por último, Lange (1999) agrega que los diagramas en cuanto iconos de una realidad en construcción, son conjuntos de signos que sirven para:
 - ver la solución mediante la sintaxis de sus signos,
 - leer la solución mediante su semántica de los signos y,
 - comprender la solución mediante su pragmática.

iii

- Los diagramas son sistemas sgnicos (Reznikov, 1970), composiciones de signos cuya comprensión es diferente de la interpretación de sus signos constituyentes, a pesar de que estos últimos le determinan.
- El diagrama es un signo/sistema: (1) comunicacional (vehículo de mensajes), (2) intencional (se le concede un fin, más allá del meramente ilustrativo), (3) aparentemente sistemático (en general hay un orden a seguir entre las cosas componentes), (4) convencional (surgido preliminarmente de un acuerdo y luego según su uso) y, (5) sustentado por el sentido de la vista (los diagramas-referente se leen a través de sus figuras y sus relaciones).
- El diagrama puede ser polisémico según el uso dado (Bertin, 1983, p. 2).
- Los diagramas-lenguaje formalmente son lenguajes por poseer un léxico formado con símbolos que poseen un significado y, reglas de producción que contienen las reglas de asociación de los símbolos. Las reglas de producción ayudan a construir los diagramas-referente. Como lenguaje le asociamos una sintaxis según las reglas de producción, una semántica gracias a los símbolos y a la relación entre símbolos y, una pragmática dependiendo del uso o impacto que tenga un diagrama-referente.
- Los diagramas-lenguaje son predictores de los sistemas artificiales reales en cuanto ya contienen anticipadamente las propiedades que interesarían de tales sistemas. En otras palabras, hacen conocido un sistema artificial real al tener definido signo y significado para las propiedades de estos sistemas.