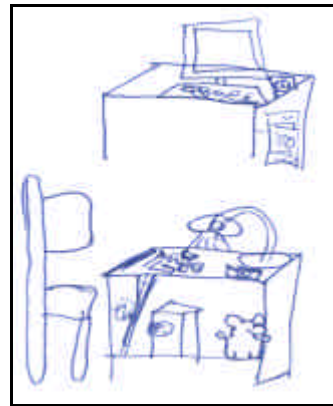


6. CONCLUSIONES



*"When I use a word, it means what I choose it to mean - neither more nor less."
— Humpty Dumpty
(Through the Looking Glass, Lewis Carroll)*

En este capítulo se presentan las conclusiones relacionadas con la tesis. A partir de una síntesis del trabajo realizado (sección 6.1), se proceden a comentar las aportaciones (sección 6.2) y las implicaciones (sección 6.3) de la tesis. Finalmente se entregan algunas líneas futuras de acción (sección 6.4) y las referencias bibliográficas (sección 6.5).

6.1. SÍNTESIS DEL TRABAJO REALIZADO

A partir del objetivo de profundizar en la forma de conocer los sistemas artificiales reales en ingeniería, se ha llevado adelante un trabajo que busca conseguir una comprensión más completa del hacer creador en Ingeniería de Proyectos.

En tal sentido, se ha usado una epistemología, que explota el trabajo interdisciplinario el cual permite relacionar un conjunto de conceptos y, que aprovecha el proceder enactuado de todo proyecto mediante una espiral dentro de la cual han tenido cabida determinadas actividades y consideraciones metodológicas.

Así, frente al problema del proyectista del conocer y el hacer, se ha abordado el tema del proceso de resolución mental bajo los enunciados de Humberto Maturana, con lo cual este proceso ha podido ser explicado en toda su complejidad. Esto ha permitido comprender, la forma cómo se manifiesta la interpretación de la realidad y, la construcción de un tipo de realidad técnica como son los sistemas artificiales reales.

Luego, los diagramas son integrados en el proceso de resolución mental. Siguiendo el punto de vista de Maturana sobre el conocer, aplicado al proceso de resolución mental, los diagramas son contextualizados semióticamente.

Con los desarrollos previos se ha procedido a hacer una re-lectura semiótica, una semiosis, de un conjunto de diagramas de ingeniería. Esta re-lectura se hace con el fin de poder representar diagramáticamente los intereses de los usuarios, definiendo así los requisitos del sistema artificial real en construcción o de la solución a un conflicto.

Con esto, se formaliza el proceso de resolución mental constituido por diagramas, intencionadamente dirigido ahora a la descripción técnica de sistemas artificiales reales a partir del punto de vista del usuario.

Por último, se ha realizado un análisis del resultado obtenido. Se ha aplicado el punto de vista cognoscitivo al caso particular del sistema artificial real sistema de información. Tal análisis ha permitido derivar las características del sistema de información y analizar los diagramas existentes de Sistemas de Información usados para su representación.

El análisis finalmente ha mostrado las diversas coherencias entre la formulación general que surge de la tesis con la particular praxis del desarrollo de sistemas de información, reflejando para un caso que: *'los sistemas artificiales reales pueden ser conocidos a través de una cantidad limitada de características técnicas descritas mediante una tipología de diagramas'*.

6.2. APORTACIONES

El resultado que se obtiene es una organización del conocimiento relativa a la construcción y conocimiento de sistemas artificiales reales para el ámbito de Ingeniería de Proyectos.

Según la naturaleza del trabajo realizado, esta organización debe leerse desde dos perspectivas:

- una organización de conocimiento teórico que permite integrar el proceso de resolución de un conflicto con el uso de diagramas; y,
- una organización de conocimiento concreto y aplicado que sirve para conocer y construir sistemas artificiales reales en la praxis de proyectos.

De esta manera, esta organización del conocimiento es, primero, una fundación teórica que explica el proceso de resolución mental en ingeniería y, segundo, la definición formal de un conjunto de relaciones que permiten diagramar técnicamente los intereses que los usuarios tienen respecto de un sistema artificial real como características técnicas. En consecuencia, es posible enunciar la existencia de dos aportaciones al campo de la Ingeniería de Proyectos:

- Una fundación teórica para la Teoría de Proyectos de Ingeniería, al proveer una explicación del proceso de resolución mental manifestado en los proyectos de ingeniería desde el punto de vista de la Teoría del Conocimiento.
- Un instrumento de naturaleza aplicada que muestra una manera de hacer, frente al problema de interpretación usuario-proyectista que ocurre en la resolución mental mediante una relación de diagramas de ingeniería con características de un sistema artificial real.

6.2.1. FUNDACIÓN TEÓRICA PARA INGENIERÍA DE PROYECTOS

Traspaso de conocimiento. El trabajo realizado, en gran medida, ha sido traspasar una serie de conocimientos desde el campo de la Teoría del Conocimiento al ámbito de Ingeniería de Proyectos, con el fin de comprender un proceso específico ligado al desarrollo de los proyectos: el proceso de resolución mental.

Este traspase solamente ha tenido sentido en cuanto el proceso de resolución mental, a partir de la revisión de literatura y de observación de la práctica de Ingeniería de Proyectos, es un proceso cognoscitivo de resolución de problemas, de índole constructivista, donde un sistema proyectado surge de un sistema proyectar, lo que lo hace explicable desde la perspectiva de Humberto Maturana.

Identificar y comprender la complejidad de la resolución mental. Gracias a esto último, el trabajo de Maturana ha permitido proveer una *base teórica desde el ámbito cognoscitivo al proceso proyectual* de conocer y construir sistemas artificiales reales. Esto permite tener conocimiento sobre la complejidad de la evolución del proyectar conforme se encuentra sujeto a continuas interpretaciones entre personas.

Al identificar y comprender tal complejidad, los diagramas, por su vinculación histórica a la ingeniería, como medio de comunicación, de transmisión y de reducción de ambigüedades en el hacer creador de los proyectistas, se integran al proceso de resolución mental a través de un análisis lingüístico y semiótico.

Semiosis del diagrama en la resolución mental. La semiótica ha permitido presentar una semiosis donde los diagramas son signos. Esta semiosis ubica los diagramas en la conversación de búsqueda de soluciones que sostienen los proyectistas, mostrando la manera en que el significado de los diagramas cambia conforme se interpreta entre estados del proyectar.

Luego, se aprovecha tal semiosis y se hace convergir intencionadamente el proceso de resolución mental en cadena semiótica orientada a construir un sistema artificial real a partir de los intereses de los usuarios. Esto ha significado re-leer los diagramas para re-definir y ampliar su potencial expresivo y así representar diagramáticamente un conjunto de características técnicas que son las que finalmente permiten ver, conocer y construir los mencionados intereses en un sistema artificial real.

Ampliar el lenguaje del proyectista. En este sentido se ha provisto:

- un repertorio de intereses sobre las externalidades de los sistemas artificiales reales, acercando y haciendo conocido al proyectista el mundo y el lenguaje de los intereses de los usuarios;
- una tipología de diagramas de ingeniería, mostrando al proyectista que los intereses de los usuarios pueden representarse en el lenguaje diagramático de proyectos como características técnicas de un sistema artificial real.

Con esto, *las palabras de los usuarios se acercan al proyectista y se les permite a su vez expresarlas diagramáticamente como características técnicas.* Aún más, se muestra que la preocupación de los proyectistas puede iniciarse formalmente desde los intereses de los usuarios, que al final de cuentas son la razón de ser de todo sistema artificial real.

Un proceder para conocer. En su conjunto, el resultado es un proceder que permite pasar del espacio lingüístico, mental y físico del usuario al espacio lingüístico, mental y físico del proyectista, a través de un enlace donde los intereses, dentro de un análisis semiótico, son descubiertos y re-descubiertos en el significado de sus palabras más simples (características) y, nuevamente re-descubiertos a través de los diagramas.

De esta manera, se produce un acoplamiento entre características y, entre características y diagramas, que genera una historia de asociaciones y explicaciones la cual puede seguir mejorándose y re-generándose continuamente, provocando así un continuo enriquecimiento del conocimiento sobre sistemas artificiales reales.

Teoría de la resolución mental. *Así se funda una teoría de la resolución mental para proyectos, en la cual los diagramas, vistos y considerados herramientas cognitivas puestas a la mano de los proyectistas, habilitan la expresión técnica de lo que a los usuarios les interesa.*

6.2.2. INSTRUMENTO DE TRABAJO

Según Araujo y Daffy (1996, p. 85; Araujo, 2001) el conjunto de relaciones entre características y diagramas puede verse como un tipo de herramienta de diseño, de sistemas artificiales reales, que puede analizarse de tres maneras:

- un método;
- un mecanismo predictivo de actuación; y/o,
- una guía de trabajo.

a. Método

Método o un procedimiento que permite enfrentar el reconocimiento de sistemas artificiales reales siguiendo una serie de acciones conducentes a identificar intereses y, clasificar y relacionar diagramas. Un procedimiento que parte de la base que la realidad no es única sino que cambia y se recrea conforme el proyectista evoluciona y se enfrenta a determinadas situaciones.

La idea de método contiene la posibilidad de aumentar el conocimiento en el futuro añadiendo nuevas características, intereses y/o diagramas.

Lo anterior permite enriquecer el conocimiento:

- de los sistemas artificiales reales, ayudando a mejorar la práctica de proyectos de ingeniería; y,
- de otras cosas, ayudando a las personas a ampliar el conocimiento de sus realidades.

Es una manera de ayudar al observador, ingeniero o proyectista, a distinguir un sistema artificial real, indicándole cómo ver las características o cómo poder llegar a verlas.

b. Mecanismo predictivo

Mecanismo en el sentido que provee elementos para reconocer lo que se espera encontrar o tener de algo. En particular, la identificación, reconocimiento, especificación y construcción de las características que pueden interesar de los sistemas artificiales reales.

Predictivo en el sentido que otorga una visión amplia de los sistemas artificiales reales:

- anticipando lo que un observador debería observar, o un proyectista conocer de un sistema artificial real; y,
- reconociendo hasta donde se puede llegar describiendo la realidad, o hasta donde, por ejemplo, un proyectista puede llegar a diagramar un sistema artificial real.

En su conjunto, un *mecanismo predictivo* que define de antemano todo lo que de un sistema es posible mostrar desde una óptica de los intereses humanos. En el caso de ingeniería esto se traduce en mostrar lo que sea prudente y conveniente considerar en completitud y detalle de un sistema artificial real para que sea bien recibido por los usuarios.

Eso sí, en ningún caso, lo planteado es la prognosis de un sistema artificial real, ya que no se puede conseguir un conocimiento anticipado de lo que hay que hacer. Por el contrario, sencillamente se distingue el conocimiento a tener sobre los sistemas artificiales reales el cual, según las circunstancias que converjan en el proyectar, será aprovechado en uno u otro proyectado según las conveniencias del enactuar de cada proyecto en particular.

c. Guía de trabajo

Una guía de acción o un documento que ayuda a enfrentar la resolución mental dirigiendo la interpretación del proyectista hacia los intereses del usuario y, mostrando la manera en que puede conseguirse mediante las relaciones entre características y diagramas.

Para ingeniería u otras disciplinas, puede servir para hacer ver lo que implica diseñar sistemas artificiales reales. Esto significa acercar la interpretación de los usuarios a la perspectiva técnica de los proyectistas, pasando de las externalidades a las interioridades de un sistema artificial real.

En tal sentido, se ayuda a reducir la complejidad del proyectista frente a la incertidumbre del medio que le rodea, mostrándole que las palabras de los usuarios no son más que un conjunto de intereses que pueden asimilarse como características técnicas y representarse diagramáticamente.

Gracias a esto, el instrumento resulta ser una guía que ayuda:

- En la formación en proyectos, mostrando la complejidad de los resultados que se esperan en un proyecto de ingeniería, introduciendo formalmente la perspectiva del usuario en el proceso de construcción de sistemas artificiales reales.
- En la práctica de proyectos, ayudando a hacer más completo los estudios de sistemas artificiales reales, al hacer ver desde el inicio del proyectar la necesidad de tener presente una serie de características sobre las externalidades de un sistema artificial real. Igualmente facilitando la comunicación entre proyectistas y con los usuarios.

6.3. IMPLICACIONES

A partir de las aportaciones, las implicancias del trabajo realizado redundan directamente, no solamente en la construcción de una Teoría de Proyectos, sino también en la formación de proyectistas.

Pero desde otro sentido, para el estudio de diagramas (Anderson et. al, 2000), el estudio realizado permite comprender mejor el rol de los diagramas en el proceso creativo y constructivo de sistemas (Romo, 1997).

Para el ámbito de Teoría de Sistemas hay dos implicaciones. La primera es que un sistema puede basar su organización en las exterioridades percibidas por un observador, las cuales se concretan estructuralmente como características. La segunda es mostrar el paso inicial de la organización hacia una estructura válida, siguiendo un camino formal basado en el empleo de diagramas.

Para Sistemas de Información, la teoría presentada impone o retoma la visión por las externalidades de los sistemas de información como eje del Desarrollo de Sistemas de Información. Además, se muestra un camino para obtener requerimientos no funcionales, el cual, no obstante, requiere mayor análisis (Estay y Blasco, 2001).

6.4. LIMITACIONES E INVESTIGACIÓN FUTURA

A partir del resultado obtenido es posible sugerir algunas líneas futuras, relacionadas de una u otra manera con las limitaciones que se observan al resultado obtenido.

- Extender la cadena semiótica, incluyendo estudios que permitan añadir como parte de la diagramación, niveles de detalle y abstracción para cada característica conforme se construye/conoce el sistema proyectado. Al ser así, se puede completar una especificación que facilite proceder a la resolución material.
- Ampliar y enriquecer el resultado con nuevas características, diagramas y/o nuevas vinculaciones entre ambos. Esto se podría conseguir con la realización de encuestas y/u observación participante que permitan ampliar el contenido del resultado. Lo anterior es aplicable, tanto para sistemas del ámbito de proyecto, como para otros sistemas fuera de tal ámbito.
- Desarrollar una aplicación computacional que dé soporte al instrumento, sirviendo además con fines educacionales (Estay, 2001).

6.5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Araujo, Claudiano Sales. (2001). Acquisition of Product Development Tools in Industry: A Theoretical Contribution. PhD thesis. Department of Control and Engineering Design. *Technical University of Denmark*. Denmark. 208 pp.
- Araujo, Claudiano Sales; y, Duffy, Alex. (1996). Product Development Tools. En *Proceedings of the III International Congress of Project Engineering*. Barcelona:Universidad Politécnica de Cataluña. Septiembre 12-14.
- Estay, Christian. (2001). Diseño conceptual y prototipo de una herramienta informática de ayuda al proyectista en el proyectar de sistemas artificiales reales. En *XVII Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos*. Murcia, España. 19-21 Septiembre.
- Estay, Christian; y, Jaume, Blasco. (2001). On a perspective to diagram non-functional requirements from user's point of view: methodological issues. En *IFIP WG 8.1 Working Conference. Organizational Semiotics: evolving a science of information systems*. Montreal, Canada. 23-25 Julio.
- Romo, Manuela. (1997). *Psicología de la creatividad*. Barcelona-España:PAIDOS. 177 pp.



ANEXO A. DIAGRAMAS CONSIDERADOS
