

**LA NATURALEZA SISTÉMICA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN:
UNA AMPLIACIÓN CONCEPTUAL DEL ENFOQUE
TEÓRICO Y PRÁCTICO PARA SU DISEÑO**

YESID ALEXANDER OLAVE CÁCERES

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA
2006**

**LA NATURALEZA SISTÉMICA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN:
UNA AMPLIACIÓN CONCEPTUAL DEL ENFOQUE
TEÓRICO Y PRÁCTICO PARA SU DISEÑO**

YESID ALEXANDER OLAVE CÁCERES

**Trabajo de investigación para optar por el título de
Magíster en Informática**

**Director
LUIS CARLOS GÓMEZ FLÓREZ, MI**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA
2006**

A mi Madre y Hermana, por ser mi inspiración.

A mi Familia, por ser mi apoyo y fuente de confianza.

A Sandra, por ser mi compañera incondicional en esta travesía.

A mi Padre especialmente, por sembrar en mí el amor por el conocimiento.

CONTENIDO

	pág.
RESÚMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. LA COMPUTACIÓN	19
1.1. EL PROYECTO CURRICULAR EN COMPUTACIÓN	19
1.1.1. Propósito del CC	19
1.1.2. Contexto e historia del CC	20
1.2. EL CONCEPTO DE COMPUTACIÓN	22
1.2.1. La Computación antes de los 90s	23
1.2.2. La Computación durante los 90s	24
1.2.3. La Computación después de los 90s	26
1.3. EL ESPACIO PROBLEMA DE LA COMPUTACIÓN	27
1.4. DISCIPLINAS DE LA COMPUTACIÓN	29
1.4.1. Ciencia de las Computadoras (CC)	29

1.4.2.	Sistemas de Información (SI)	30
1.4.3.	Ingeniería de las Computadoras (IC)	31
1.4.4.	Ingeniería del Software (IS)	33
1.4.5.	Tecnología de Información (TI)	34
1.5.	LA COMPUTACIÓN EN COLOMBIA	36
1.5.1.	La Ingeniería de Sistemas Colombiana	37
1.5.2.	Repercusiones de la visión mundial de la Computación para Colombia	41
1.5.3.	Un nuevo panorama computacional colombiano	43
2.	LA DISCIPLINA SISTEMAS DE INFORMACIÓN	45
2.1.	NOCIÓN DE CAMPO DE ESTUDIO	45
2.2.	SURGIMIENTO E INSTITUCIONALIZACIÓN	46
2.3.	ACADEMIA Y PRÁCTICA	50
2.4.	CUERPO DE CONOCIMIENTO Y ESTADO	52
3.	FUNDAMENTOS CONCEPTUALES PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN	57
3.1.	PENSAMIENTO SISTÉMICO	57
3.2.	EL PARADIGMA CIBERNÉTICO	59

3.2.1.	Sistema como máquina organísmica	60
3.2.2.	Organización como sistema sociotécnico	60
3.2.3.	Administración como toma de decisiones	61
3.2.4.	Información como probabilidad, grado de orden y organización de datos	61
3.3.	EL PARADIGMA PERSPECTIVISTA	62
3.3.1.	Sistema como construcción conceptual	63
3.3.2.	Organización como fenómeno social	63
3.3.3.	Administración como manejo de relaciones	64
3.3.4.	Información como atribución de significado	65
3.4.	EL PARADIGMA CONSTRUCTIVISTA	65
3.4.1.	Sistema como distinción de totalidad en el lenguaje	67
3.4.2.	Organización como red de conversaciones	67
3.4.3.	Administración como desarrollo de la aceptación mutua	68
3.4.4.	Información como resonancia en el lenguaje	68
3.5.	EL PARADIGMA HOLISTA FENOMENOLÓGICO	69
3.5.1.	Sistema como interpretación	70

3.5.2.	Organización como práctica	71
3.5.3.	Administración como favorecimiento del aprendizaje	72
3.5.4.	Información como unidad de significado	72
3.6.	PENSAMIENTO SISTÉMICO Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN	72
4.	EL CONCEPTO SISTEMA DE INFORMACIÓN	75
4.1.	SI COMO SOFTWARE EMPRESARIAL: EL ENFOQUE CONVENCIONAL	75
4.2.	VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ENFOQUE CONVENCIONAL	80
4.3.	SI COMO IMAGEN ORGANIZACIONAL: EL ENFOQUE PROPUESTO	83
4.4.	VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ENFOQUE PROPUESTO	85
5.	DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN	88
5.1.	NOCIÓN DE DISEÑO	88
5.1.1.	Diseño en Ingeniería	89
5.1.2.	Diseño en Ingeniería de Sistemas	91
5.2.	DSI CONVENCIONAL: DISEÑO DE SOFTWARE	93
5.2.1.	Ciclo de Vida del Software, Ciclo y Proceso de Desarrollo de Software	93
5.2.2.	Proceso, Estrategias y Métodos de Diseño de Software	94

5.2.3.	Diseño de Software y DSI Convencional	95
5.3.	DSI PROPUESTO: DISEÑO ORGANIZACIONAL	96
5.3.1.	Una noción enriquecida de Diseño	97
5.3.2.	Principios, Propósito, Participantes y Proceso del DSI	98
	CONCLUSIÓN	103
	BIBLIOGRAFÍA	106
	ANEXO A: LA INGENIERÍA DE SISTEMAS	1
	ANEXO B: LA INGENIERÍA COMO PROFESIÓN	4
	ANEXO C: IS2002	11

RESÚMEN

TÍTULO: LA NATURALEZA SISTÉMICA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN: UNA AMPLIACIÓN CONCEPTUAL DEL ENFOQUE TEÓRICO Y PRÁCTICO PARA SU DISEÑO*

AUTOR: OLAVE CÁCERES, Yesid Alexander**

PALABRAS CLAVE: Administración, Computación, Diseño, Pensamiento Sistémico, Sistemas de Información, Teoría Organizacional.

DESCRIPCIÓN:

La Investigación, realizada en el marco del Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnología de la Información (STI), es un aporte a la reflexión sobre el vínculo entre el Pensamiento Sistémico y los Sistemas de Información (SI). Inicialmente, Sobre la base del Proyecto Curricular Norteamericano en Computación (CC2005), se presenta una exploración de "La Computación" como contexto de conocimiento en el que se enmarca SI. Seguidamente, se presenta SI como una de las disciplinas de La Computación, Se ilustra entonces el estatus disciplinar que posee mediante la explicación de su surgimiento, institucionalización (entes representativos), academia (docencia, formación e investigación), práctica (condiciones laborales), cuerpo de conocimiento y estado actual.

La investigación procede posteriormente exponiendo la reflexión sobre los Fundamentos para SI. A través de la argumentación de diferentes posturas sobre las nociones Sistema, Organización, Administración e Información, se pretende que el lector(a) forme una idea de la plataforma de conocimiento que soporta el estudio y práctica en SI. Tras lo anterior, la investigación se centra en la revisión del concepto SI, explicando el significado convencional del término ya no como disciplina sino como objeto de interés disciplinar. Desde una perspectiva crítica sustentada en los fundamentos conceptuales, se argumentan las fortalezas y los quiebres, vacíos y limitantes del concepto tradicional, para posteriormente proceder a replantearlo y proponer una nueva definición como aporte del Grupo STI.

La investigación finaliza con la reflexión sobre el Diseño de SI (DSI), explicando la idea común sobre tal proceso para seguidamente transformarla sobre el concepto renovado de SI y la revisión crítica de la noción "Diseño". De esta forma, se pone en escena el enfoque propuesto por el Grupo STI para intervenir y mejorar los contextos organizacionales, a través de una administración de la información basada en ideas de sistemas.

* Trabajo de Investigación.

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Maestría en Informática. Director Luis Carlos Gómez Florez, MI.

ABSTRACT

TITLE: THE SISTEMIC NATURE OF INFORMATION SYSTEMS: A CONCEPTUAL EXTEND OF THE THEORETICAL AND PRACTICAL APPROACH TO ITS DESIGN^{*}

AUTHOR: OLAVE CÁCERES, Yesid Alexander^{**}

KEY WORDS: Computing, Design, Information Systems, Management, Organizational Theory, Systems Thinking.

DESCRIPTION:

The research, made by the Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnología de la Información (STI), is a contribution to the reflection on the link between the Systems Thinking and the Information Systems (IS). Initially, based on the North American Computing Curricular Project (CC2005), it is presented an exploration about Computing as knowledge context in which the IS is classified. Next, it is presented IS as one of the disciplines of the Computing, showing the disciplinary status that it has by means of the explanation of its beginning, institutionalization (representative entities), academy (teaching, training and researching), practice (working conditions), knowledge body and actual state.

The research continue presenting the reflection on the IS Fundamentals. Through the line of arguments about different opinions that refers to the concepts System, Organization, Management and Information, it is expected that the reader has an idea of the knowledge platform that support the study and practice in IS. After that, the research focus on the IS concept review, explaining the conventional meaning of the term not only as a subject but also as an object of disciplinary interest. From a critical perspective based on the conceptual fundamentals, the strength and the weakness, gaps and limits of the traditional concept are argued, for proceeding to reconsider it and to propose a new definition as a Grupo STI contribution.

The research finish with the reflection on the IS Design (ISD), explaining the common idea about the previous process in order to transform it based on the new IS concept and the "Design" concept critical review. In this way, it is presented the approach suggested by the Grupo STI for taking part and improving the organizational contexts, through the management of the information based on systems ideas.

^{*} Trabajo de Investigación.

^{**} Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Maestría en Informática. Director Luis Carlos Gómez Florez, MI.

INTRODUCCIÓN

Este documento es reflejo de un proceso de investigación que es en esencia una búsqueda inacabable de sentido. En particular, las siguientes páginas presentan un aporte del Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnología de Información (STI) al sentido de la "Ingeniería de Sistemas" en Colombia. La motivación, aunque borrosa al inicio de la actividad investigativa, la constituyó el sentimiento de que en el país dicha carrera ha estado sumida en un profundo estado de crisis desde su génesis. Aunque diversas, las leyendas personales de los autores^{*} desde la perspectiva profesional daban pie a tal inquietud. La investigación por tanto, no sólo iría corroborando la sospecha, sino que se convertiría en un proceso de construcción de sentido propio sobre la profesión.

La crisis de la "Ingeniería de Sistemas" nacional posee una naturaleza compleja, que se manifiesta en diferentes niveles de comprensión. En un primer nivel, la problemática de la carrera se ve representada por los serios cuestionamientos en el desempeño práctico de sus profesionales. En el país, la "Ingeniería de Sistemas" es una de las profesiones que despierta menos credibilidad y confianza en lo que respecta a la correcta ejecución de proyectos. La postergación inestimable en el cumplimiento de compromisos se ha convertido en marca registrada del "Ingeniero(a) de Sistemas". Lo es igualmente la informalidad en sus procedimientos de trabajo. En las Áreas Informáticas o "Departamentos de Sistemas" una característica común es la improvisación administrativa y operativa, así como la supeditación continua de lo importante por lo urgente. Esto ha conllevado al fenómeno del despilfarro computacional, caracterizado por el desperdicio de recursos organizacionales y la poca retribución que obtienen las empresas a las altas inversiones que realizan en tecnología, capacitación, instalaciones y talento humano.

Adicional a lo anterior, la "Ingeniería de Sistemas" desde el ámbito práctico se ve enfrentada al cuestionamiento sobre su papel en la transformación de las organizaciones. Desde la perspectiva de los clientes por ejemplo, la insatisfacción sobre los servicios corporativos con soporte informático es constante. Las interrupciones de procesos en línea, la dependencia exclusiva de aplicaciones informáticas para la atención a consumidores, y los múltiples errores en los datos de las transacciones son solo algunas situaciones comunes. En ocasiones, pareciera que la labor del "Ingeniero(a) de Sistemas" consiste en contribuir a entorpecer en lugar de facilitar los servicios para los clientes. Esto es así, porque muchos profesionales centran su actividad en "embellecer" con tecnología la fachada de procesos mal diseñados, más piensan que no es su función reinventarlos aprovechando la informática. Llevando la misma discusión a escala nacional, es igualmente inquietante cuestionar cuál ha sido y es el papel de los "Ingenieros(as) de Sistemas" en el desarrollo de la nación. Fortalecer a Colombia como un consumidor irreflexivo de tecnología de los países del norte es lamentablemente una respuesta sensata.

^{*} Mientras no se diga lo contrario, por autores debe entenderse Luis C. Gómez F. (Director) y Yesid A. Olave C. (Magíster).

Todos estos problemas de desempeño han repercutido negativamente en la imagen del profesional informático colombiano. Y lo han hecho hasta el punto de convertirse en uno de los factores que más influyen en la baja valoración salarial que poseen en el ámbito empresarial. Al anterior se pueden sumar factores como la sobreoferta de Ingenieros de Sistemas en el país, y claro está, los problemas socioeconómicos propios de la realidad colombiana. Las propuestas de empleos confirman lo planteado. No es extraño encontrar condiciones laborales para "profesionales de sistemas" cercanas al salario mínimo vigente, y lo que es aún peor, docenas de ingenieros compitiendo por ellas. Los tiempos en que ser un profesional en informática aseguraba una rápida vinculación y una alta posibilidad de estabilidad laboral son cosa del pasado.

No obstante, las situaciones relacionadas con el desempeño práctico conforman sólo un nivel superficial de la crisis de la "Ingeniería de Sistemas" nacional. Como en cualquier problemática, son generalmente estos niveles los que al ser más visibles encienden las alarmas y atraen la atención. Sin embargo, constituyen sólo la punta del iceberg. Enfocarse exclusivamente en ellos conlleva a plantear soluciones parciales. Bajo los aspectos superficiales existen otros niveles que representan situaciones aún más complejas y preocupantes, que implican soluciones de raíz.

De acuerdo a lo anterior, es posible identificar un segundo nivel de comprensión de la crisis de la "Ingeniería de Sistemas" colombiana. En el país reina una arraigada ignorancia, desde el punto de vista platónico, sobre los significados y la interrelación de conceptos esenciales como Sistema, Ingeniería y Computación o Informática. Resulta entendible que en el contexto cotidiano, tales ideas no posean una argumentación sólida y que generalmente reciban múltiples y contradictorias interpretaciones. Sin embargo, no es justificable que ocurra lo mismo en el ambiente académico, que se supone es el principal espacio donde se genera y provee el conocimiento para el aprovechamiento de la sociedad. Para la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), por ejemplo, son equivalentes las denominaciones "Ingeniería de Sistemas" e "Ingeniería Informática". Resulta inquietante observar tal desatino en el organismo encargado por el Ministerio de Educación Nacional, para plantear los contenidos básicos para la evaluación estatal de las Ingenierías en general, y la "Ingeniería de Sistemas" en particular.

En el mundo, la Ingeniería de Sistemas y la Informática o Computación no son lo mismo. La primera, es un enfoque que los ingenieros de cualquier rama pueden utilizar para afrontar exitosamente la complejidad de proyectos sociotecnológicos de gran escala. Es igualmente una de las corrientes del denominado Pensamiento Sistémico, es decir, una manifestación del movimiento intelectual que se institucionalizó a mediados del siglo XX; cuya base para el entendimiento de la diversidad del mundo y la acción para mejorarlo ha sido el concepto Sistema. La Computación por otra parte, es un amplio contexto de conocimiento que abarca cinco disciplinas complementarias cuyo objeto de interés común son las computadoras, a saber: Ingeniería de las Computadoras, Ciencia de las

Computadoras, Ingeniería del Software, Tecnología de Información, Sistemas de Información*.

Estudiando la propuesta de ACOFI, es evidente su alejamiento de los referentes internacionales. No obstante, es posible identificar en ella la tendencia hacia la Computación, claro está, concebida erradamente esta última como un híbrido superficial e inconexo de tópicos que corresponden a las cinco diferentes disciplinas informáticas. Es explicable entonces por qué los profesionales informáticos son en extremo generalistas, con otras palabras, ingenieros con una amplia ilustración en diversas áreas pero con un estrecho dominio a profundidad de las mismas.

Ahora bien, en Colombia la profesión orientada a la Computación o Informática posee el carácter de Ingeniería. Continuando con los planteamientos de ACOFI, la imagen que emana de su propuesta es que un Ingeniero(a) se caracteriza por un fuerte dominio de ciencias básicas como la Física y la Matemática. Por consiguiente, éstas reciben principal atención en los Exámenes Estatales de Calidad de la Educación Superior (ECAES) en Ingeniería. Sin embargo, aunque lo anterior resulte válido, no es representativo de la esencia ingenieril.

Equivocadamente en los ámbitos académicos, es común la idea de que un programa de ingeniería lo es por poseer espacios explícitos de formación en ciencias básicas. Generalmente en tales contextos, no existe una consciencia clara sobre el concepto "ingeniería", sus características como profesión, su método de trabajo, y su propósito esencial de aplicar el conocimiento científico para la solución de problemas de la sociedad. Por tal razón, los currículos se ven impregnados significativamente con asignaturas físico matemáticas, pero casi incólumes ante cursos orientados a generar las competencias propias de un Ingeniero(a). Las bases para el ECAES propuestas por ACOFI son la mejor muestra de tal equivocación. En ellas, no se plantea como fundamental evaluar siquiera contenidos relacionados con el Diseño, pese a ser este el método por excelencia de la ingeniería.

Relacionado con lo anterior, se presenta la errónea aunque predominante situación de separación disciplinar entre "ingenierías". No es extraño, por ejemplo, encontrar que en una facultad universitaria de ingeniería las diversas ramas no poseen algo más en común que las asignaturas de ciencias básicas. La ingeniería es sólo una. Lo que difiere es el tipo de problemas que se afronta, y las herramientas y artefactos que se utilizan y construyen para solucionarlos. Resulta criticable entonces, que ACOFI no plantee para los ECAES contenidos que deban ser asumidos como comunes a las diferentes ramas, más allá de los componentes físico, químico y matemático. Es cuestionable por ende, la idea de Ingeniería que maneja el principal organismo del país en tal profesión.

* Por tal razón, es que hasta aquí los autores han utilizado entre comillas los términos relacionados con la Ingeniería de Sistemas. Tras haber hecho la salvedad sobre la diferencia entre tal enfoque y la Computación, el lector(a) de ahora en adelante no debe asumirlos como equivalentes.

Aún peor resulta el panorama para la rama de la ingeniería orientada hacia la Computación. El paradigma prevaleciente en Colombia, es que el mejor Ingeniero Informático es aquel que mayor cantidad de paquetes software y demás artilugios tecnológicos domine. Se es aún mejor, entre más rimbombante y actual sea el dispositivo que se maneje. Para muchos, tristemente, el carácter de ingeniería lo dan las multinacionales de la industria informática. En los contextos universitarios por tanto, los currículos se contaminan con asignaturas cuyo nombre es el mismo de los productos tecnológicos que se promocionan en revistas. Los estudiantes, cegados por la fascinación mercantilista, dan más importancia a la adquisición de tales habilidades técnicas que a los conocimientos y prácticas propios de la ingeniería. Las directivas curriculares y docentes, desorientados por el acelerado desarrollo tecnológico, caen en la trampa de promover una formación centrada en la moda comercial. Sin embargo, es claro que para ser competente en el manejo de tales dispositivos no se requiere formarse como ingeniero(a). La muestra fehaciente de lo anterior es el programa de la Presidencia de la República denominado Proyecto Inteligente. Con él, se pretende que la población en general tenga posibilidad de capacitarse y certificarse internacionalmente en el uso de herramientas informáticas.

Ante tal situación, es comprensible por qué en el mercado laboral es común encontrar ofertas de empleo para las que es indiferente ser ingeniero, tecnólogo o técnico, sino manejar un paquete determinado. Es igualmente explicable, la cada vez más confusa separación entre carreras en ingeniería, tecnología y técnica en Informática. Y es también justificable, las duras críticas que existen hacia los Ingenieros en Computación por sus colegas de otras ramas, al no evidenciarse claramente qué es lo ingenieril en su formación.

No obstante lo anterior, a la crisis de la profesión nacional relacionada con la Computación subyace un nivel aún más profundo de complejidad, que debido a su carácter sociocultural se convierte en el más difícil de contrarrestar. Colombia ha estado siempre sumergida en una cultura de dependencia irreflexiva respecto a la generación y/o aplicación de aportes científicos y tecnológicos, que no ha permitido formar un criterio propio y claro sobre el qué, cómo y para qué de los mismos. La "evolución" de la informática en el país, tanto el contexto académico como en el práctico, es por tanto una triste, y hasta hoy, inquebrantable secuencia de transferencia y recepción accidentada de conocimiento y tecnología. Hablar de la historia de la Computación Colombiana resulta entonces una situación aflictiva, ya que los informáticos nacionales nunca han asumido en ella un rol protagónico, por el contrario, ha predominado su papel como espectadores, y a lo sumo, como actores de reparto. Con otras palabras, la historia informática del país es ajena a sus coterráneos, ya que estos nunca han tenido su control y dirección.

Dado que la tecnología de las computadoras fue conocida en Colombia sólo hasta que sus creadores encontraron la forma de comercializarla, la posición del país respecto a ella ha sido siempre la de consumidor, variando en el transcurso del tiempo sólo la moda tecnológica a adquirir y no la actitud hacia ella. El hecho de haber entrado y permanecido en el ámbito de la Computación mundial como simples usuarios, no le ha permitido a Colombia asumir las riendas de la informática de acuerdo a sus necesidades, sino por el contrario, ha traído como consecuencia una cultura de dependencia, resignación y

consumismo irreflexivo. Quizá por ello es que no existen referentes sólidos sobre la "evolución" nacional de la Computación. En contraste, lo que se encuentra son intentos por recopilar señales del proceso de transferencia tecnológica en el cual el país se encuentra inmerso. Ejemplo de esto es el Museo Colombiano de Informática, fundado por la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS). Su fin es preservar la historia de la Computación mediante la conservación de elementos, como máquinas de computación y sistemas de programación importados, que han sido "importantes" en el desarrollo de la informática colombiana. Lo más grave es que la atmósfera apática contamina a las nuevas generaciones de informáticos, quienes, limitados por programas de formación incongruentes, aceptan no poder elegir más allá de lo impuesto por la tecnología importada, renunciando a escribir su propia historia y la de su país.

Por todo lo dicho hasta ahora, es que resulta urgente un cambio radical en la actual carrera en Computación, pues carece de sentido y proyección mantener dicha profesión tal cual, ya que hacerlo afectará aún más la condición de Colombia como nación relegada del contexto mundial. Aunque puede parecerlo, la somera presentación de su estado de crisis no pretende generar una actitud de pesimismo y resignación, por el contrario, intenta fomentar un espíritu de cuestionamiento individual y colectivo. Sobre la idea que toda crisis además de dificultad es también una oportunidad de cambio, es que la investigación que aquí se socializa plantea la urgencia de formar una identidad propia sobre la Computación, para así orientar el desarrollo colombiano. Por consiguiente, la propuesta que se desplegará en el transcurso del libro tiene como idea núcleo que un camino posible para tal propósito, es promover la formación en la disciplina informática denominada Sistemas de Información (SI). La razón requiere una explicación pausada.

Colombia es considerada una nación pobre con un bajo nivel de desarrollo, sumida en un heterogéneo cúmulo de problemáticas internas cada vez más complejas y con menos atención efectiva por parte de los diferentes entes estatales. Las organizaciones nacionales, en especial las gubernamentales, son por consiguiente reflejo de un caótico escenario social, político y económico. La improvisación, el despilfarro, la burocracia y la corrupción, son sólo algunas de las situaciones que los ciudadanos sufren a diario y que generan millonarias pérdidas en todos los sentidos.

En estas condiciones, Colombia se ha visto enfrentada al fenómeno al parecer irreversible de la globalización. Aún sin lograr una gestión efectiva que responda a las demandas del contexto nacional, a las organizaciones se les impone ahora la necesidad de ser competitivas a escala internacional, bajo esquemas de negociación a todas luces desiguales. La competitividad en el ambiente global, caracterizada por el enfoque en el cliente, la innovación de los procesos de negocios, la aplicación estratégica de la tecnología y el uso de la información como recurso corporativo; conlleva a preguntarse si en el país se está formando talento humano congruente con dicho panorama. Desde la perspectiva de los autores, la respuesta resulta negativa.

Por tanto, se hace necesaria la preparación de profesionales que apalanquen el desarrollo colombiano a través de un mejoramiento organizacional coherente con las

particularidades nacionales, pero pertinente con los esquemas y estándares internacionales. De las disciplinas informáticas, SI es la que mejor responde a tales expectativas de formación. Al tener como foco la efectiva administración de la información como recurso organizacional, SI abre la posibilidad de convertir a Colombia en un interlocutor válido en el contexto de la Computación mundial, aún sin ser una nación avanzada e innovadora en el desarrollo de dispositivos hardware o software.

Desde la perspectiva de SI, lo importante es el talento humano de la organización y la información que maneja, el entendimiento del negocio y de los clientes, el diseño y gestión inteligente de los procesos empresariales, y el uso adecuado de la Tecnología de la Información (TI). El corte organizacional de SI, la ubica como una disciplina interesada en mejorar las empresas bajo el paradigma actual del recurso información. He aquí el potencial por explotar. Las organizaciones colombianas, con su idiosincrasia propia, son espacios ávidos de propuestas que contribuyan a replantear los esquemas administrativos y directivos caducos, ineficientes, promotores de corrupción, e incoherentes con las actuales condiciones del mercado. Los profesionales en SI, por tanto, son los llamados a plantear y aplicar las respectivas soluciones.

En esta línea de ideas, es que el presente trabajo constituye un aporte hacia la transformación de la Informática en Colombia. Sobre la creencia de que el cambio en el entorno práctico se logra modificando el contexto de formación profesional, y que es justamente este último el que posee la mayor responsabilidad de marcar el camino para el mejoramiento del país; es que la propuesta del Grupo STI se ha enfocado en el replanteamiento del enfoque para SI que se imparte en los espacios universitarios. Es allí donde el cambio se debe gestar, teniendo en cuenta que será un proceso evolutivo que requiere en primera instancia una labor de limpieza y depuración conceptual, dada la ignorancia reinante sobre la Computación en general, y sobre SI en particular. Así las cosas, la propuesta se ha materializado en este libro bajo la siguiente estructura de capítulos y apéndices.

El capítulo 1 denominado "La Computación", ofrece la explicación del contexto de conocimiento en el que se enmarca SI. Como ya se mencionó, la Computación es un amplio campo del saber donde se encuentran comprendidas varias disciplinas informáticas, entre ellas SI. Sobre la base del Proyecto Curricular en Computación (CC2005), constituido en el estándar norteamericano y el modelo de referencia para Colombia según ACOFI; se presenta entonces la evolución y estado actual de la Computación y la explicación detenida de cada disciplina. La sección cierra con una reflexión crítica sobre el modelo curricular colombiano en Computación planteado por ACOFI, sustentada en una somera contrastación contra el CC2005. El capítulo 2 llamado "La Disciplina Sistemas de Información", se centra en la descripción detenida de SI como rama de la Computación. Dado que existe una pretensión de depuración conceptual, es necesario ilustrar el estatus disciplinar que posee SI mediante la explicación de su surgimiento, institucionalización (entes representativos), academia (docencia, formación e investigación), práctica (condiciones laborales), cuerpo de conocimiento y estado actual.

El capítulo 3 titulado "Fundamentos para Sistemas de Información", tiene como propósito la explicación cuidadosa del conjunto de bases conceptuales necesarias para el estudio de los SI. A través de la argumentación de diferentes posturas sobre las nociones Sistema, Organización, Administración e Información, se pretende que el lector(a) forme una idea clara de la plataforma de conocimiento que soporta el estudio y práctica en SI. El capítulo 4 llamado "El Concepto Sistema de Información", explica el significado del término ya no como disciplina (capítulo 2), sino como objeto de interés disciplinar. Para realizar tal labor, se parte de la acepción encontrada en los textos universitarios de mayor comercialización y que por consiguiente es la comúnmente impartida en las instituciones de formación. Desde una perspectiva crítica sustentada en los fundamentos trabajados en el capítulo anterior, se argumentan las fortalezas así como también los quiebres, vacíos y limitantes del concepto tradicional, para posteriormente proceder a replantearlo y proponerlo como un aporte del Grupo STI. De manera similar, el capítulo 5 denominado "Diseño de Sistemas de Información" (DSI), inicia su desarrollo explicando la idea común sobre tal proceso, para seguidamente transformarla sobre el concepto renovado de SI generado en la sección previa y la revisión crítica de la noción "Diseño". De esta forma, se pone en escena el enfoque propuesto por el Grupo STI para intervenir y mejorar los contextos organizacionales (en especial los colombianos), a través de una administración de la información basada en ideas de sistemas.

Concluyendo la estructura de capítulos se presenta el epílogo, donde, coherente con la pretensión establecida en el prólogo y el desglose realizado en las cinco secciones expuestas, se esquematizan algunas orientaciones del Grupo STI para potenciar en Colombia la formación universitaria en SI dentro de un marco ingenieril. Igualmente, se hace una retrospectiva sobre el proceso investigativo llevado a cabo en la Maestría en Informática de la Universidad Industrial de Santander (UIS), los resultados alcanzados y el aprendizaje obtenido. En lo que respecta al contenido suplementario, se ofrece un total de cuatro cortos apéndices con la intención de ofrecer al lector(a) un acercamiento al origen de la Ingeniería de Sistemas (Apéndice I), a la Ingeniería como Profesión (Apéndice II), y al modelo curricular norteamericano para SI en pregrado IS2002 (Apéndice III).

Tras la breve presentación de la estructura del libro y como cierre de esta sección introductoria, resta agradecer a todas las personas que hicieron posible este desarrollo investigativo. Un reconocimiento especial para Mayda González, Marcela Sequeda, Nayibe Ruíz y Ernesto Galvis, investigadores del Grupo STI, quienes acompañaron con sus aportes el trabajo realizado y con los cuales se ha creado un vínculo más allá de lo académico; Cristina Acuña, Carolina Jaimes, Miguel Ardila y Diego Ortiz, estudiantes de pregrado, a quienes los autores tuvieron la oportunidad de orientar en su proceso de formación profesional y de quienes se ha obtenido una gran enseñanza; los estudiantes de las asignaturas "Sistemas de Información" de la UIS durante los años 2003 y 2004 y "Análisis y Diseño de Sistemas de Información" de la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC) Seccional Bucaramanga en el período 2005, por las reflexiones obtenidas tras la experiencia docente.

1. LA COMPUTACIÓN

En la sociedad digital uno de los factores clave es la información. Esto no significa que su relevancia sea exclusividad de la época contemporánea. La información siempre se ha constituido en un elemento vital para el ser humano tanto individual como colectivamente. No obstante, ha sido la generación y acelerada aplicación de la tecnología relacionada la que la ha posicionado como una renovada piedra angular. Así como la invención de la máquina de vapor desencadenó la denominada Revolución Industrial, la creación de la computadora ha llevado a la humanidad a una nueva era de transformaciones, muchas inimaginables tan sólo 50 años atrás. Este tecnofacto, significativamente útil para apoyar a las personas en el manejo de la información, ha promovido el surgimiento de uno de los más recientes pero fundamentales campos del saber: La Computación. La Computación ha influenciado dramáticamente el progreso en la ciencia, la ingeniería, los negocios y muchos otros asuntos humanos. En los tiempos modernos, el uso de las computadoras se ha generalizado al punto que muchas personas ajenas al campo han tenido que estudiar sobre Computación en alguna forma. El espacio de interés de la Computación es extenso y confuso. Abarca aportes desde lo eminentemente teórico hasta lo particularmente práctico, sobre temáticas que tienen en el hardware de las computadoras y el mejoramiento organizacional basado en la información los extremos del espectro. Por tal razón, organizaciones internacionales se han dado a la tarea de establecer la estructuración curricular del campo, dando forma así a la actual visión mundial de la Computación. Este capítulo presenta de forma breve dicha visión, con el propósito de ubicar al lector o lectora en el campo del saber en el que se encuentran los Sistemas de Información. Concluye ofreciendo una panorámica de la Computación Colombiana, actualmente en crisis pero con el potencial de convertirse en un núcleo de desarrollo nacional.

1.1. EL PROYECTO CURRICULAR EN COMPUTACIÓN

La importancia que posee la Computación para la sociedad actual, ha generado un representativo interés por establecer su estructuración curricular, es decir, el conjunto de estudios y prácticas destinadas a la formación profesional en dicho campo. Desde la década de los 60s, las organizaciones científicas y profesionales norteamericanas relacionadas con la Computación han liderado tal esfuerzo, materializado en el Proyecto Curricular en Computación denominado Computing Curricula (CC).

1.1.1. Propósito del CC

CC es fruto del proyecto cooperativo de las organizaciones mundiales más importantes relativas a la Computación, entre las que se cuentan The Association for Computing (ACM), The Association for Information Systems (AIS), The Computer Society (IEEE-CS)

y The Association for Information Technology Professionals (AITP). Su propósito consiste en clarificar, organizar, establecer y explicar el carácter y los lineamientos de los diversos programas de pregrado en Computación, correspondientes a las diferentes disciplinas o ramas que la conforman. Entre la audiencia del CC se cuentan universidades e instituciones educativas interesadas en ofrecer programas relativos a la Computación; estudiantes que intentan determinar qué rama computacional se ajusta a sus intereses y objetivos como camino de formación; y profesionales que están considerando continuar su educación. Puesto que la Computación es un campo rápidamente cambiante, su proyecto curricular se ha caracterizado por la constante evolución. CC2005 es su informe más reciente. A través de las últimas cuatro décadas diversos esfuerzos similares han tomado partido, convirtiéndose en un reflejo de la historia de la Computación. Tales aportes previos, así como el CC2005 y sus futuras versiones pueden ser consultados en www.acm.org/education/curricula.html.

1.1.2. Contexto e historia del CC

De acuerdo a ACM et al. (2005), desde la década de los 60s las cuatro organizaciones norteamericanas más importantes en Computación han desarrollado lineamientos curriculares para universidades y demás instituciones de educación superior:

- The Association for Computing Machinery ó The Association for Computing (ACM), es una organización científica y profesional fundada en 1947. Su propósito es el desarrollo y divulgación de nuevo conocimiento sobre todos los aspectos de la Computación. Ha sido tradicionalmente la casa de los científicos de las computadoras, quienes plantean nuevas formas de usar las computadoras e incrementan la ciencia y la teoría que les da fundamento. ACM inició la publicación de recomendaciones curriculares para las disciplinas de la Computación, con los aportes para la Ciencia de las Computadoras (Computer Science) en 1968, y para Sistemas de Información (Information Systems) en 1972.
- The Association for Information Systems (AIS), se fundó en 1994. Es una organización que sirve a académicos especializados en Sistemas de Información (SI). AIS está afiliada en Estados Unidos con Society for Information Management, entidad conformada por los ejecutivos y administradores en SI. AIS comenzó a proveer aportes curriculares para SI en cooperación con ACM y AITP en 1997.
- The Association for Information Technology Professionals (AITP), fundada en 1951 como The National Machine Accountants Association. En 1962, se convirtió en The Data Processing Management Association (DPMA). Finalmente en 1996 adoptó su nombre actual. AITP se orienta a la dimensión profesional de la Computación, sirviendo a quienes usan la tecnología computacional para atender las necesidades de las organizaciones de negocios y de otros tipos. AITP suministró por primera vez aportes para SI en 1985.

- The Computer Society (IEEE-CS) del Institute for Electrical and Electronic Engineers fue establecida en 1946 como The Committee on Large Scale Computing Devices del American Institute of Electrical Engineers (AIEE), y en 1951 como The Professional Group on Electronic Computers del Institute of Radio Engineers (IRE). AIEE e IRE se fusionaron en 1964 para conformar el IEEE, y las dos subunidades se unieron para llegar a ser The Computer Society. IEEE-CS es una sociedad técnica dentro de IEEE que se enfoca en la Computación desde la perspectiva de la Ingeniería. Hoy, entre los miembros de IEEE-CS, se incluye Ingenieros de Computadoras, Ingenieros de Software y Científicos de las Computadoras. IEEE-CS ha proporcionado recomendaciones curriculares desde 1977.

Antes de la década de los 90s, cada organización producía sus propias recomendaciones curriculares. Sin embargo, con el tiempo fueron obvias las ventajas de un trabajo cooperativo. Actualmente, las sociedades trabajan conjuntamente en la creación de estándares curriculares, llevando de esta manera un solo mensaje a la comunidad mundial de la Computación. La tabla 1 presenta la cronología básica de los diversos esfuerzos realizados individual y colectivamente por las organizaciones mencionadas. La figura 1 esquematiza el ámbito del actual Proyecto Curricular en Computación.

Tabla 1. Cronología básica del Proyecto Curricular en Computación

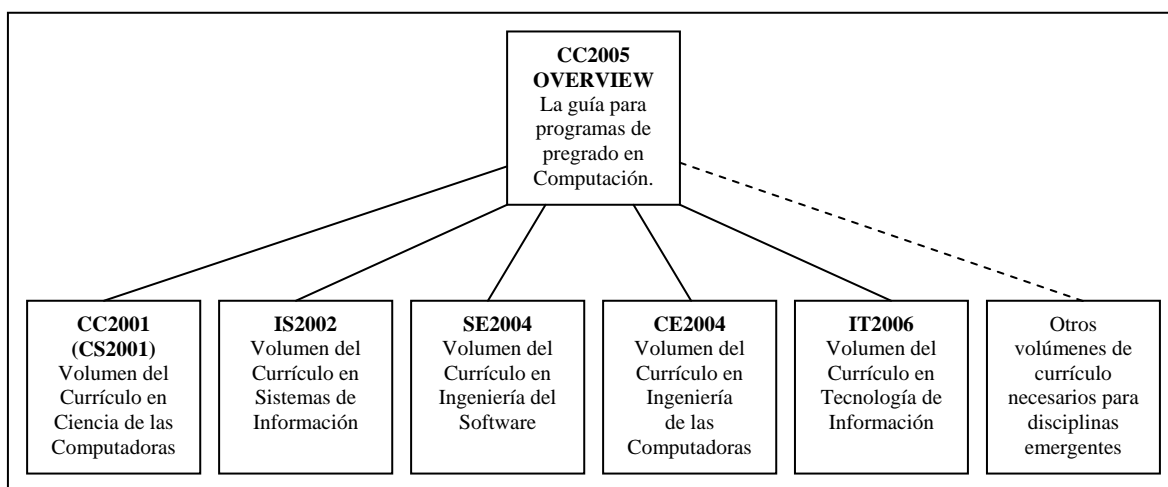
Fecha	Evento
Finales de los 80s	ACM e IEEE-CS unieron fuerzas para crear un reporte de currículo conjunto para la Computación. Publicado en 1991, fue conocido como Computing Curricula 1991 (CC91). El reporte, proporcionaba lineamientos para licenciaturas en Ciencia de las Computadoras (Computer Science) e Ingeniería de las Computadoras (Computer Engineering), bajo la modalidad de programas de pregrado con una duración de cuatro años.
1993	Para la fecha, ACM había generado cinco reportes para programas de pregrado asociados de dos años de duración: Ciencia de las Computadoras (Computer Science), Tecnología de Ingeniería de las Computadoras (Computer Engineering Technology), Sistemas de Información (Information Systems), Servicios de Soporte de Computadoras (Computer Support Services) y Computación para otras disciplinas (Computing for other disciplines).
1997	ACM, AIS y AITP publicaron un modelo de currículo y un conjunto de lineamientos para programas de pregrado de cuatro años en Sistemas de Información, denominado IS97.
Finales de los 90s	<ul style="list-style-type: none"> - Nuevas y variadas disciplinas de la Computación empiezan a aparecer y a ganar prominencia. Se diversifican los programas promoviendo la confusión. - ACM e IEEE-CS unen de nuevo fuerzas para generar una actualización del CC91. Se crea la Fuerza de Trabajo Conjunta (FTC) para el desarrollo del Computing Curricula 2001 (CC2001). La idea era generar un único reporte que proporcionara lineamientos curriculares para programas de pregrado de las diversas ramas de la Computación. Sin embargo, la realidad de la Computación conllevó a establecer que una única visión del campo de estudio no era adecuada. - Se adopta la decisión de que el CC2001 debe: Incluir un reporte para cada una de las más importantes disciplinas de la Computación; estructurarse de tal forma que permita la inclusión de nuevas disciplinas emergentes; contemplar un reporte general que sirva de guía para los reportes específicos; y establecer procesos de actualización de lineamientos curriculares más frecuentemente que una vez por década. - La FTC reconoce que sus miembros son principalmente Científicos de las Computadoras y por tanto sólo calificados para establecer el informe específico correspondiente. Se hace un llamado para que distintas asociaciones cooperen en el esfuerzo de crear los volúmenes para las otras tres grandes disciplinas de la Computación vigentes en aquel entonces: Ingeniería de las Computadoras (Computer Engineering), Sistemas de Información (Information Systems) e Ingeniería del Software (Software Engineering).
Diciembre de 2001	Se publica el CC2001. El reporte contiene: una nueva estructura para lineamientos curriculares en Computación, denominada "El Modelo CC2001"; el volumen específico para programas de pregrado en Ciencia de las Computadoras denominado CS2001.

Tabla 1. Cronología básica del Proyecto Curricular en Computación (Continuación)

2002	ACM, AIS y AITP publican el reporte específico para Sistemas de Información, denominado IS2002.
Agosto de 2004	IEEE-CS y ACM publican el reporte específico para Ingeniería del Software, denominado SE2004.
Noviembre de 2004	ACM, AIS e IEEE-CS publican el borrador del Informe General de la Computación, denominado Computing Curricula 2004 - Overview Report (CC2004). Se incluye en él una nueva disciplina de la Computación, denominada Tecnología de Información (Information Technology IT). El reporte específico para IT se espera para el 2005 y se denominará IT2005.
Diciembre de 2004	IEEE-CS y ACM publican el reporte específico para Ingeniería de las Computadoras, denominado CE2004.
Abril de 2005	ACM, AIS e IEEE-CS publican el borrador del Informe General de la Computación, denominado Computing Curricula 2005 - Overview Report (CC2005). A su vez, se publica el borrador del informe específico sobre Information Technology denominado IT2005.
Marzo de 2006	ACM, AIS e IEEE-CS publican el Informe General de la Computación, denominado Computing Curricula 2005 – The Overview Report (CC2005).

(Basada en ACM et al., 2005)

Figura 1. Estructura de la Serie Computing Curricula



(Basada en ACM et al., 2005. Traducción Libre)

1.2. EL CONCEPTO DE COMPUTACIÓN

La Computación, o Informática como es más conocida en Europa e Sudamérica, se define en un sentido amplio como cualquier actividad de naturaleza técnica que involucra las computadoras. Por tanto, la Computación, entre otras tareas, incluye: el diseño y construcción de sistemas hardware y software para un amplio rango de propósitos; el procesamiento, estructuración y manejo de diversos tipos de información; el estudio científico sobre el uso de computadoras; la construcción de sistemas de computadora que funcionen inteligentemente; la creación y uso de medios de comunicaciones y

entretenimiento; el hallazgo y recolección de información relevante para propósitos particulares. La lista es virtualmente interminable (ACM et al., 2005).

Debido a que la Computación ofrece un amplio rango de opciones, es imposible para un individuo llegar a ser competente en todas ellas. Por consiguiente, una persona que desee convertirse en un profesional en Computación requiere algún foco para su formación. De esta manera, la Computación, en un sentido más preciso, puede definirse como la familia de disciplinas que posee en las computadoras su objeto de interés intelectual. Actualmente existen cinco grandes disciplinas. No obstante, este panorama no siempre ha sido el mismo. En su corta historia (cerca de 60 años), la Computación ha experimentado y provocado cambios tan acelerados que su desarrollo ha tendido a una situación de especialización gradual. Tomando como referencia ACM et al. (2005), la evolución de la Computación se describe brevemente a continuación.

1.2.1. La Computación antes de los 90s

Los programas de pregrado en las disciplinas relacionadas con la Computación comenzaron a emerger en los 60s. Originalmente había sólo tres tipos en Norteamérica: Ciencia de las Computadoras (CC), Ingeniería Eléctrica (IE) y Sistemas de Información (SI). Cada una de estas disciplinas estaba asociada con su propia y bien definida área de la Computación. Gracias a su reconocimiento, espacio de trabajo e influencia, resultaba sencillo para los estudiantes determinar qué tipo de programa seleccionar. Para quienes buscaban convertirse en expertos en desarrollo de software o en los aspectos teóricos de la Computación, CC era la opción. Para estudiantes que deseaban trabajar con hardware IE resultaba la alternativa más clara. Finalmente, quienes buscaban usar el hardware y software para la solución de problemas de negocios, SI era la opción apropiada.

Cada una de las tres tenía su propio dominio. No existía ningún sentido compartido de que constituyeran una familia de disciplinas computacionales. En asuntos prácticos, los científicos de las computadoras y los ingenieros electricistas algunas veces trabajaban juntos, y como eran los responsables de desarrollar nueva tecnología, comúnmente estaban situados en las mismas instalaciones universitarias requiriendo ayuda mutua. Los especialistas en SI mantenían lazos con las escuelas de negocios y no mucha interacción con los otros dos roles. Antes de los 90s, el único gran cambio en el paisaje de la computación en Estados Unidos fue el desarrollo de la Ingeniería de las Computadoras (IC). Previo a la invención de los microprocesadores basados en chip, IC era una de las muchas especializaciones de la IE. Con el advenimiento de tales dispositivos a mediados de los 70s, IC comenzó a emerger de la IE para convertirse en una disciplina por sí misma. Para muchas personas fuera de la comunidad de la Ingeniería, sin embargo, la distinción entre IE e IC no era clara. Antes de los 90s, por tanto, cuando los estudiantes potenciales exploraban las opciones de programas de pregrado relacionados con la Computación, el panorama más perceptible corresponde al presentado en la parte superior de la figura 2. La distancia entre las disciplinas indica qué tan cercanamente trabajaban sus estudiantes y profesionales.

1.2.2. La Computación durante los 90s

Durante los 90s, varios desarrollos modificaron el paisaje de las disciplinas de la Computación en Norteamérica, no obstante, en otras partes del mundo estos ocurrieron con anterioridad:

- IC solidificó su emergencia de la IE. Pese a iniciar su surgimiento a finales de los 70s y durante los 80s, fue solo hasta los 90s que tal situación se formalizó, cuando los chips de computadora llegaron a ser componentes básicos de la mayoría de dispositivos eléctricos y otros tipos de artefactos mecánicos. Los ingenieros de computadoras diseñan y programan los chips que permiten su control digital. La dramática expansión de dispositivos que dependen de la lógica digital basada en chips, ayudaron a que la IC solidificara su estatus como un campo fuerte y captara la atención de muchos estudiantes. Fuera de Norteamérica, este programa recibe diferentes nombres tal como Ingeniería de Sistemas de Computadora.
- CC creció rápidamente y llegó a ser aceptado entre la familia de disciplinas académicas. En las universidades e instituciones de educación superior estadounidenses, CC apareció por primera vez como una disciplina en los 70s. Inicialmente había una considerable controversia sobre si CC era legítimamente una disciplina académica. Sus proponentes defendían su legitimidad y su propia identidad, mientras que los críticos la concebían como una especialidad vocacional para técnicos, una plataforma de investigación para matemáticos o una pseudo-disciplina para programadores de computadoras. Para los 90s, CC había desarrollado un considerable cuerpo de investigación, conocimiento e innovación que incrementó su rango de la teoría a la práctica, muriendo así la controversia. También durante los 90s, los departamentos de CC enfrentaron requerimientos sin precedentes. La industria necesitó graduados calificados excediendo significativamente la oferta. Las inscripciones en programas de CC crecieron drásticamente. Esto puso a prueba la habilidad de los departamentos para atender la demanda creciente. Con el incremento de docencia e investigación, el número de Facultades de CC en muchas universidades creció reveladoramente.
- La Ingeniería del Software (IS) había emergido como un área dentro de la CC. Debido a que la Computación es usada para enfrentar un amplio rango de problemas complejos, crear software confiable llegó a ser muy difícil. Nadie podía entender la totalidad de los programas complejos, presentándose por ejemplo que varias de sus partes podían interactuar de formas impredecibles. La Computación también tomó lugar en tareas de seguridad críticas, donde un simple error podía causar daño o la muerte. Con el tiempo, llegó a ser claro que producir software adecuado es muy difícil, costoso y necesario. Esto condujo a la creación de la IS, término emanado de una conferencia patrocinada por el Comité Científico de

NATO* en Garmish, Alemania en 1968. Mientras la CC, como otras ciencias, se centra en la creación de nuevo conocimiento, la IS, al igual que otras disciplinas de la ingeniería, se enfoca en métodos rigurosos para el diseño y construcción de artefactos que de manera confiable "hagan lo que se supone que deben hacer". Varias conferencias importantes sobre IS se llevaron a cabo en los 70s, conllevando a que los programas en CC incluyeran durante los 80s cursos relacionados. Sin embargo, en Estados Unidos no fue sino hasta los 90s que resultaba razonable encontrar la IS como un componente significativo del estudio de la CC en muchas instituciones.

- IS llegó a desarrollarse como una disciplina por sí misma. Originalmente, el término se introdujo para reflejar la aplicación de las ideas tradicionales de la ingeniería en los problemas de construir software. Como la IS maduró, el ámbito de sus retos llegó a aclararse. Adicional a los fundamentos en CC, la IS comprendía los procesos humanos que, por su naturaleza, son más complejos de formalizar que las abstracciones lógicas de la CC. La experiencia con los cursos de IS dentro de los programas de CC, mostró que se enfocaban en la presentación de generalidades sobre ésta disciplina, pero no se hacía énfasis en enseñar cómo ser un ingeniero(a) software. Diversos expertos concluyeron que para lograr suplir dicha falencia, se requería un rango de trabajos de cursos y de experiencias de proyectos aplicados que iban más allá de los que podían anexarse en los planes de estudio de CC. Fue así como en el Reino Unido y Australia durante los 80s, y en Estados Unidos en los 90s, surgieron los primeros programas de grado en IS.
- La disciplina Sistemas de Información (SI) tuvo que orientarse a una creciente esfera de retos. Antes de los 90s, muchos especialistas en SI se enfocaban principalmente en las necesidades computacionales que el mundo de los negocios enfrentaba desde los 60s: sistemas contables, sistemas de nómina, sistemas de inventario, etc. Para finales de los 90s, las computadoras personales de trabajo en red habían llegado a convertirse en productos básicos. Estos artefactos no sólo eran herramientas para especialistas técnicos, sino que fueron partes integrales del ambiente de trabajo usado por las personas en todos los niveles de la organización. Debido al expansivo rol de las computadoras, las organizaciones tuvieron más información disponible que nunca, y sus procesos fueron incrementalmente posibilitados por la tecnología computacional. Los problemas de manejar la información llegaron a ser extremadamente complejos, y fueron cruciales los retos de hacer un uso apropiado de ella y de la tecnología para apoyar la eficiencia y efectividad organizacional. Por estos factores, los desafíos que enfrentaron los especialistas en SI crecieron en tamaño, complejidad e importancia. Adicionalmente, SI como un campo de estudio incrementó la atención que recibía gracias al uso de la tecnología computacional como medio de comunicación y toma de decisiones colaborativas en las organizaciones.

* Entidad del programa científico de la OTAN (Organización del Tratado Atlántico Norte) fundado en 1958. Para mayor información consultar: www.nato.int/science/about/historical_context.htm

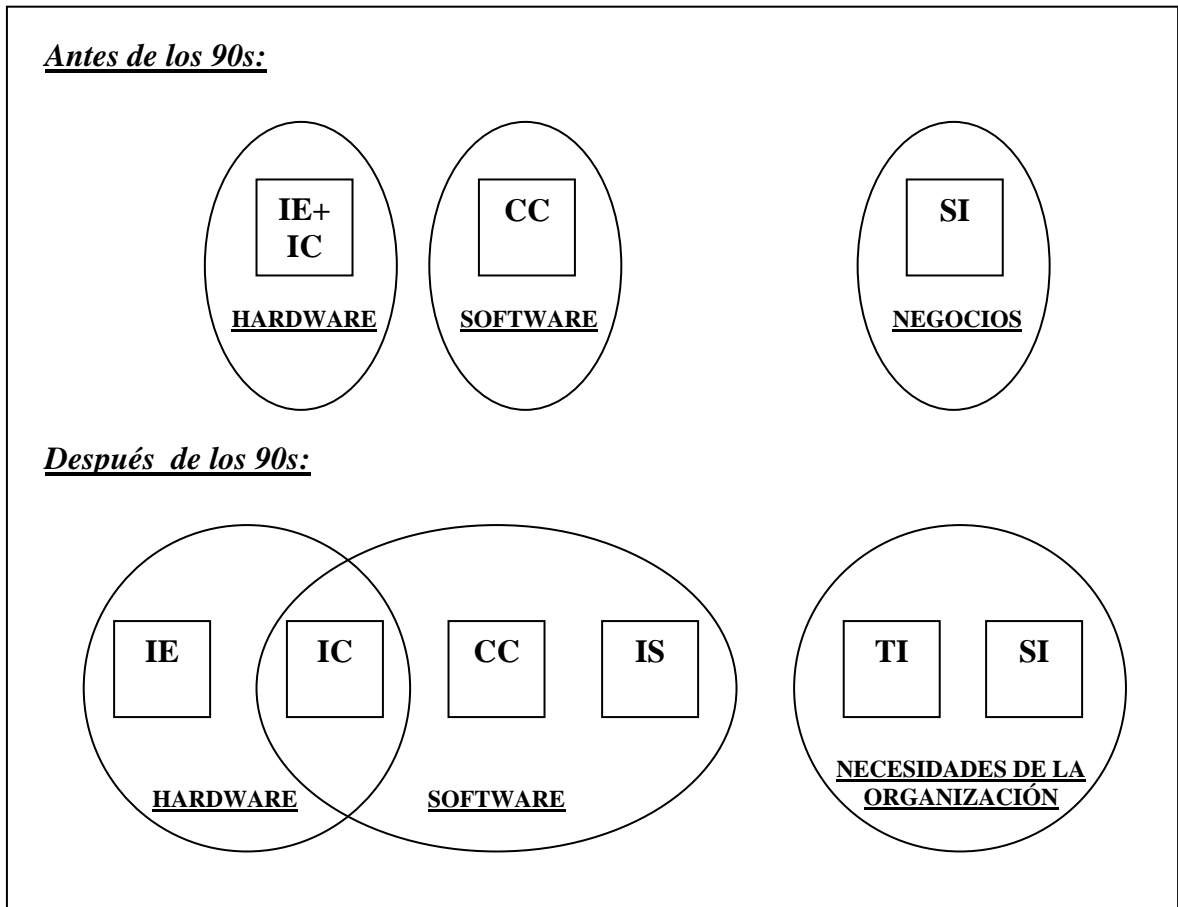
- Los programas en Tecnología de Información (TI) comenzaron a emerger a finales de los 90s. Durante esta década, las computadoras se convirtieron en herramientas de trabajo esenciales en todos los niveles de la mayoría de organizaciones, y los sistemas de computadora para trabajo en red llegaron a ser su columna vertebral. Mientras esto mejoraba la productividad, creó tanto nuevas dependencias de trabajo como problemas en la infraestructura computacional que podían limitar la habilidad de los empleados de hacer su labor. Los departamentos de TI dentro de las organizaciones tuvieron el nuevo reto de asegurar que la infraestructura computacional fuese adecuada, que trabajara confiablemente, y que las personas tuvieran sus necesidades satisfechas, problemas resueltos, etc. Para finales de los 90s, fue claro que los programas académicos no producían graduados que tuvieran la adecuada mezcla de conocimientos y habilidades para atender dichas necesidades esenciales. Universidades e instituciones de educación superior desarrollaron programas en TI para llenar este crítico vacío.

Colectivamente los anteriores desarrollos reestructuraron el paisaje de las disciplinas de la Computación. Grandes cantidades de recursos se destinaron a actividades de tecnología de información en todas las sociedades industrializadas, debido a factores que incluyen el explosivo crecimiento de la World Wide Web, los problemas del Y2K y, en Europa, el lanzamiento del Euro.

1.2.3. La Computación después de los 90s

El nuevo paisaje de los programas de pregrado en Computación reflejó las formas en las que esta ha madurado para orientarse a los más importantes problemas del nuevo milenio. En Estados Unidos, la IC ha solidificado su estatus como una disciplina distinta de la IE y ha asumido el rol primario respecto al hardware computacional y su software relacionado. La IS ha emergido desde la CC para conducirse a los importantes retos inherentes a la construcción de sistemas software que sean confiables y asequibles. La TI ha llegado a llenar el vacío que las otras disciplinas no suplían adecuadamente. Esta madurez y evolución ha creado un gran rango de posibilidades para estudiantes e instituciones educativas. La diversidad incremental de los programas en Computación significa para los estudiantes enfrentar opciones más ambiguas que antes de los 90s. La parte inferior de la figura 2 muestra cómo los estudiantes potenciales pueden percibir al rango de alternativas vigentes. Desde una perspectiva práctica, es claro hacia dónde deben dirigirse los estudiantes que desean formarse en aspectos relacionados al hardware. La IC existe para quienes trabajan con él así como con el software involucrado en el diseño de dispositivos digitales. Para quienes poseen otros intereses, sin embargo, las opciones no son tan claras. Antes de los 90s, quienes buscaban convertirse en expertos en desarrollo de software optaban por la CC. Después de los 90s, se presentan varias opciones significativas: CC, IS y también la IC con su perspectiva específica de tal actividad. Similarmente, previo a los 90s, el área predominante para la aplicación de la tecnología a los problemas reales de los negocios era SI. No obstante, el ámbito de las aplicaciones se ha expandido desde los negocios hacia organizaciones de todo tipo. Los estudiantes enfrentan la elección entre los programas de SI y TI, cada uno con su enfoque especial.

Figura 2. El paisaje de la Computación para los estudiantes potenciales



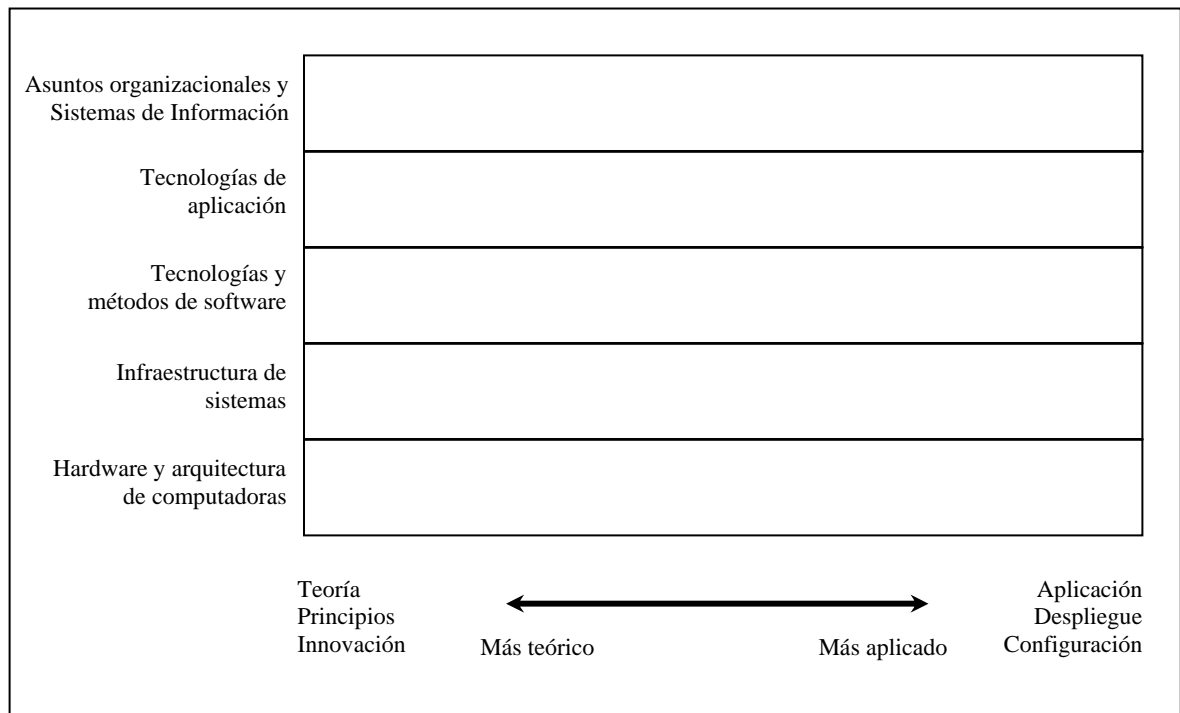
(Basada en ACM et al., 2005 Traducción Libre)

1.3. EL ESPACIO PROBLEMA DE LA COMPUTACIÓN

Para ayudar a entender los aspectos comunes y las diferencias entre las disciplinas de la Computación, el CC2005 presenta un conjunto de caracterizaciones gráficas. Este provee una visión simple sobre cómo ellas actualmente ocupan el "Espacio Problema" de la Computación, representado en la figura 3. El rango horizontal en la gráfica va desde el extremo izquierdo denominado "Teoría, Principios, Innovación" hasta su opuesto llamado "Aplicación, Despliegue, Configuración". Por tanto, alguien que prefiera la idea de trabajar en un laboratorio para la invención de nuevas cosas, o en una universidad para desarrollar nuevos principios, buscaría trabajar en una disciplina que ocupe el espacio de la izquierda. Inversamente, alguien que desee trabajar con personas para ayudarlas a seleccionar y usar tecnología apropiada, o quien busca aprender cómo integrar productos ya elaborados para resolver problemas organizacionales, buscará un área que ocupe el espacio de la derecha. Puesto que hay una gran cantidad de trabajos y tareas que caen entre los dos extremos, no sólo se deben considerar los límites izquierdo y derecho sino el

rango de posibilidades entre ellos. El rango vertical de la figura va desde la parte inferior llamada "Hardware y Arquitectura de Computadoras" hasta el tope denominado "Asuntos Organizacionales y Sistemas de Información". Al moverse ascendentemente en el eje, el foco de trabajo son las personas, la información, y ambiente organizacional. Al moverse hacia abajo en el eje, la orientación es más hacia los dispositivos y los datos compartidos entre ellos. Por consiguiente, quien prefiere diseñar y construir circuitos, o se encuentra fascinado con los trabajos internos de las computadoras, se orientará hacia la sección inferior del espacio. Recíprocamente, quienes se interesan en cómo la tecnología puede trabajar para las personas, o sienten curiosidad sobre el impacto de la tecnología y la información en las organizaciones, se dirigirá hacia la porción superior del espacio. Es posible considerar las dimensiones vertical y horizontal simultáneamente. Por ejemplo, alguien que se siente interesado en que los dispositivos trabajen para las personas, y le llama más la atención los artefactos que la información en las organizaciones, estará atraído hacia el área inferior derecha. Asimismo, alguien que busca desarrollar nuevas teorías sobre cómo la información afecta las organizaciones se orientará a la sección superior izquierda. En la siguiente sección, se usará este marco para bosquejar el territorio conceptual ocupado por cada una de las cinco disciplinas computacionales. No obstante, es necesario antes hacer una salvedad. Las ilustraciones muestran sólo los tópicos relacionados con la Computación. Programas como IC e IS demandan significativa atención a temáticas fuera del rango computacional que no se reflejan en el diagrama de la figura 3. Tanto los tópicos computacionales como los no computacionales pueden ser consultados en el capítulo 3 de ACM et al. (2005).

Figura 3. El Espacio Problema de la Computación



(Basada en ACM et al., 2005. Traducción Libre)

1.4. DISCIPLINAS DE LA COMPUTACIÓN

La Computación es una familia de disciplinas. Actualmente, existen cinco mayormente reconocidas y que han sido incluidas en el CC2005 al satisfacer su criterio de inclusión: Cada una tiene, o tendrá prontamente, un volumen de lineamientos curriculares aprobado y publicado por una o más sociedades científicas y profesionales internacionales. Siguiendo su orden cronológico de aparición, las disciplinas de la Computación son: Ciencia de las Computadoras (CC), Sistemas de Información (SI), Ingeniería del Software (IS), Ingeniería de las Computadoras (IC) y Tecnología de Información (TI). En el futuro se espera la aparición de nuevas ramas tales como la Bioinformática.

1.4.1. Ciencia de las Computadoras (CC)

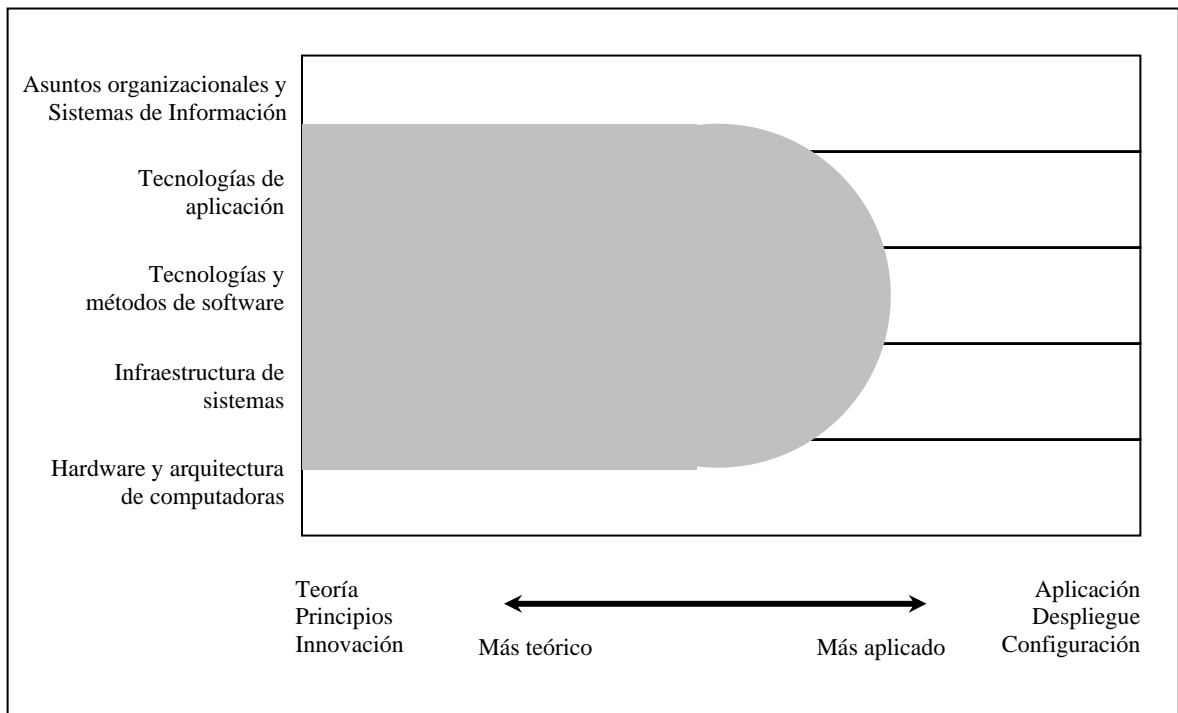
La CC cubre un amplio rango, desde los fundamentos teóricos y algorítmicos hasta los desarrollos en robótica, visión por computadora, sistemas inteligentes, bioinformática, y otras áreas excitantes. El trabajo de los científicos de las computadoras puede organizarse en tres categorías:

- Diseño e implementación de software. Estos especialistas pueden asumir trabajos de programación, así como supervisar otros programadores, manteniéndolos informados sobre nuevos enfoques.
- Concepción de nuevas formas de usar las computadoras. El progreso en las áreas de redes, bases de datos e interfaces humano-computadora de la CC, permitieron el desarrollo de la World Wide Web. Actualmente, los investigadores están trabajando en la construcción de robots que demuestren inteligencia en ayudas prácticas, el uso de bases de datos para la creación de nuevo conocimiento, y el uso de las computadoras para ayudar a descifrar los secretos del ADN.
- Desarrollo de formas efectivas para la solución de problemas computacionales. Por ejemplo, los científicos de las computadoras desarrollan las mejores maneras, en lo posible, para almacenar información en bases de datos, enviar datos sobre redes, y visualizar imágenes complejas. Su marco teórico les permite determinar el mejor desempeño posible, y su estudio de algoritmos les ayuda a crear nuevos enfoque para lograrlo.

Los científicos de las computadoras expanden el rango desde la teoría a la programación. Mientras otras disciplinas pueden producir graduados mejor preparados para trabajos específicos, la CC ofrece un fundamento que permite a sus especialistas adaptarse a nuevas tecnologías e ideas. La figura 4 representa la CC. Esta cubre la mayor parte del eje vertical ya que los científicos generalmente no lidian sólo con el hardware sobre el que

corre el software, o sólo con la organización que hace uso de la información que pueden ayudar a proveer las computadoras. Estos especialistas diseñan y desarrollan todos los tipos de software, desde la infraestructura de sistemas (sistemas operativos, programas de comunicaciones, etc.) hasta tecnologías de aplicación (navegadores web, bases de datos, motores de búsqueda, etc.). Los científicos de las computadoras crean estas capacidades pero no manejan su despliegue o aplicación. Por tanto, el área correspondiente a CC se angosta y termina al moverse hacia la derecha, puesto que sus miembros no ayudan a las personas a seleccionar productos computacionales, ajustarlos a las necesidades organizacionales, o aprender cómo usarlos.

Figura 4. El espacio problema de la Ciencia de las Computadoras



(Basada en ACM et al., 2005. Traducción Libre)

1.4.2. Sistemas de Información (SI)

Los especialistas en SI se enfocan en la integración de las soluciones de tecnología de información y los procesos de negocios, para satisfacer las necesidades de información de las organizaciones y permitirles alcanzar sus objetivos de una forma eficiente y efectiva. La perspectiva disciplinar de SI enfatiza en la información y ve la tecnología como un instrumento que permite apoyar su generación, proceso y distribución. Los profesionales en ésta disciplina tienen que ver principalmente con la información que los sistemas de computadora pueden ayudar a proveer para asistir a las empresas en la definición y logro de sus objetivos, y los procesos que una organización puede

implementar y mejorar usando TI. Los especialistas en SI deben entender tanto los factores técnicos como organizacionales, y deben ser capaces de ayudar a una organización en la determinación de qué información y qué procesos habilitados con tecnología pueden proveer ventaja competitiva.

Estos profesionales juegan un rol clave en el establecimiento de los requerimientos para un sistema de información corporativo, así como en su especificación, diseño e implementación. Por tanto, requieren un importante entendimiento de los principios y prácticas organizacionales, pudiendo servir de puente entre las comunidades técnicas y directivas en las empresas, logrando que trabajen armónicamente para asegurar que la organización obtenga la información y los sistemas que necesita para sus operaciones. Los especialistas en SI también están involucrados en el diseño de sistemas de comunicación y colaboración organizacional basados en tecnología. La mayoría de programas en SI están localizados en las Escuelas de Negocios, combinando sus cursos con los de Computación. Una amplia variedad de programas en SI existen bajo diversos apelativos, reflejando así su respectiva naturaleza.

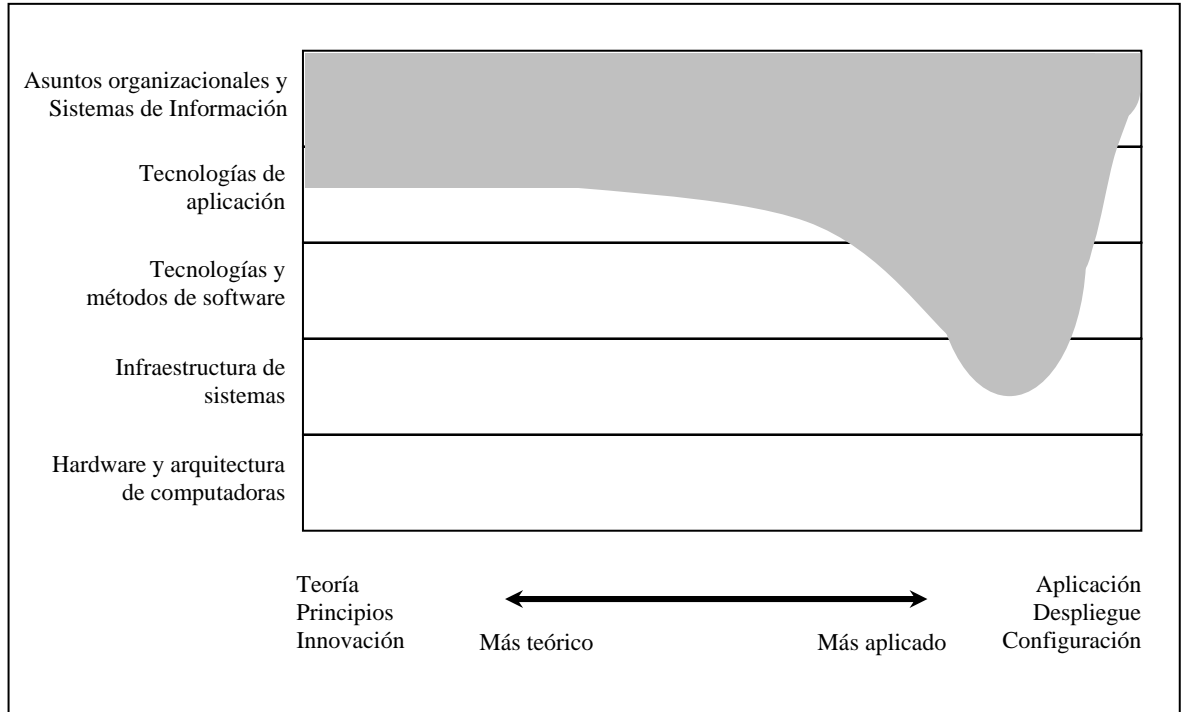
Por ejemplo, programas en Sistemas de Información basados en Computadoras (Computer Information Systems) usualmente tienen un fuerte enfoque tecnológico, mientras que programas en Sistemas de Información para la Administración (Management Information Systems), por lo general enfatizan es aspectos organizacionales y de comportamiento de la disciplina SI. Los nombres de los programas no son siempre consistentes. La figura 5 representa el espacio problema de SI. El área sombreada se extiende a través del más alto nivel del eje vertical, ya que las personas de SI se enfocan en las relaciones entre los SI y las organizaciones que éstos sirven., desde la teoría y los principios hasta la aplicación y despliegue. Muchos profesionales en SI también están involucrados en la implantación de los sistemas, su configuración y entrenamiento a usuarios.

El área cubierta por SI desciende a través del desarrollo de software y la infraestructura de sistemas en el lado derecho del gráfico. Esto se debe a que los profesionales en SI también ajustan tecnologías de aplicación (especialmente bases de datos) a las necesidades de la empresa, y desarrollan sistemas que utilizan otros productos software para atender las necesidades organizacionales de información. La figura, no obstante, no refleja la atención que demandan los programas en SI sobre tópicos básicos de negocios.

1.4.3. Ingeniería de las Computadoras (IC)

La IC está orientada al diseño y construcción de computadoras, y sistemas basados en computadoras. Esto comprende el estudio del hardware, el software, las comunicaciones, y la interacción entre ellos. Su currículo se enfoca en las teorías, principios, y practicas de áreas relevantes de la tradicional Ingeniería Eléctrica y las Matemáticas, y las aplica a los problemas del diseño de computadoras y los diversos tipos de dispositivos basados en computadoras.

Figura 5. El espacio problema de Sistemas de Información

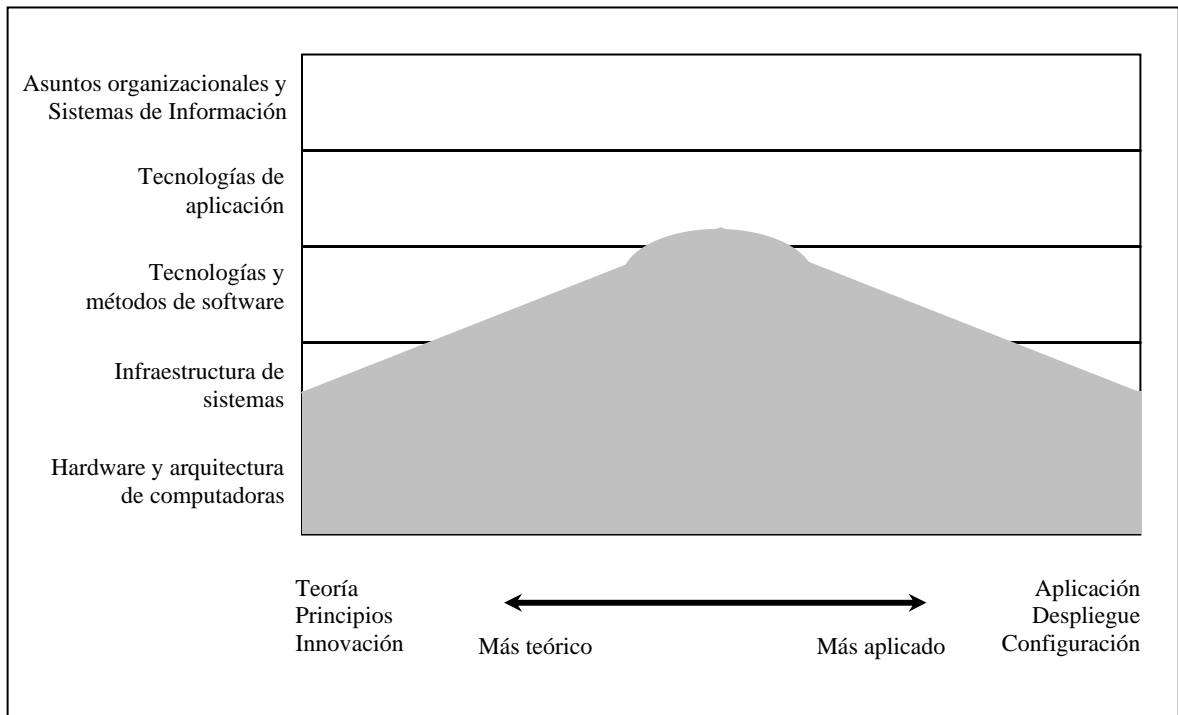


(Basada en ACM et al., 2005. Traducción Libre)

Los estudiantes de IC aprenden el diseño de sistemas digitales hardware, incluyendo las computadoras, sistemas de computación, y demás artefactos relacionados. También estudian el desarrollo de software que se utiliza dentro de los dispositivos digitales (no los programas software usados directamente por usuarios de computadoras). El énfasis del currículo es en hardware más que en software, y tiene un fuerte enfoque de ingeniería. Actualmente, un área dominante dentro de la IC es la relativa a los sistemas embebidos, es decir, el desarrollo de artefactos que tienen componentes software embebidos en el hardware. Ejemplos de ellos son los teléfonos celulares, reproductores digitales de sonido, grabadoras digitales de vídeo, sistemas de alarma, máquinas de rayos x, y herramientas quirúrgicas láser. Todos estos dispositivos son fruto de la IC.

La figura 6 representa la disciplina. Esta se extiende ampliamente a través de la parte inferior, puesto la IC cubre el rango desde los principios y la teoría hasta la aplicación práctica del diseño e implementación de productos que usan hardware y software. Se angosta hacia el centro al moverse hacia arriba, ya que los intereses de los ingenieros de las computadoras se reducen en asuntos lejanos al hardware. Al llegar al nivel del desarrollo de software, la atención de éstos profesionales se estrecha en el centro del eje horizontal porque requieren generar dispositivos integrados.

Figura 6. El espacio problema de la Ingeniería de las Computadoras



(Basada en ACM et al., 2005. Traducción Libre)

1.4.4. Ingeniería del Software (IS)

La IS es la disciplina del desarrollo y mantenimiento de sistemas software que se comporten confiable y eficientemente, y sean asequibles de mejorar y mantener. Más recientemente, ha evolucionado en respuesta a la incremental importancia del software en aplicaciones críticas de seguridad y al impacto creciente de los grandes y costosos sistemas software en un amplio rango de situaciones. La IS es diferente en esencia de otras ingenierías, pues lidia con la naturaleza intangible del software y el carácter discontinuo de su operación. Busca integrar los principios de las matemáticas y la CC con las prácticas de la ingeniería para el desarrollo de artefactos tangibles y físicos. Los estudiantes potenciales pueden ver la IS básicamente en dos contextos:

- Los programas de pregrado en CC ofrecen uno o más cursos de IS como elementos de su plan de estudios. Adicionalmente, algunos programas ofrecen un núcleo multi-curso en IS dentro de la disciplina CC.
- Un número de instituciones ofrece programas de pregrado en IS.

Los programas de CC e IS tienen muchos cursos en común. Los estudiantes de ésta ingeniería, aprenden más sobre confiabilidad y mantenimiento y se enfocan más en técnicas para desarrollar y sostener software que sea correcto desde su comienzo. Aunque es probable que los estudiantes de CC hayan oído de la importancia de tales técnicas, el conocimiento y experiencia de ingeniería proveído en los programas en IS va más allá de lo que los programas en CC pueden proporcionar. Es tal la importancia de lo anterior, que una de las recomendaciones para el reporte de IS es que los estudiantes de la disciplina, durante su programa de estudio, deben participar en el desarrollo de software para ser usado por otros. Los estudiantes de IS aprenden cómo medir las necesidades de los usuarios y construir software útil para satisfacerlas. Conocer cómo proveer genuinamente software utilizable es de gran importancia.

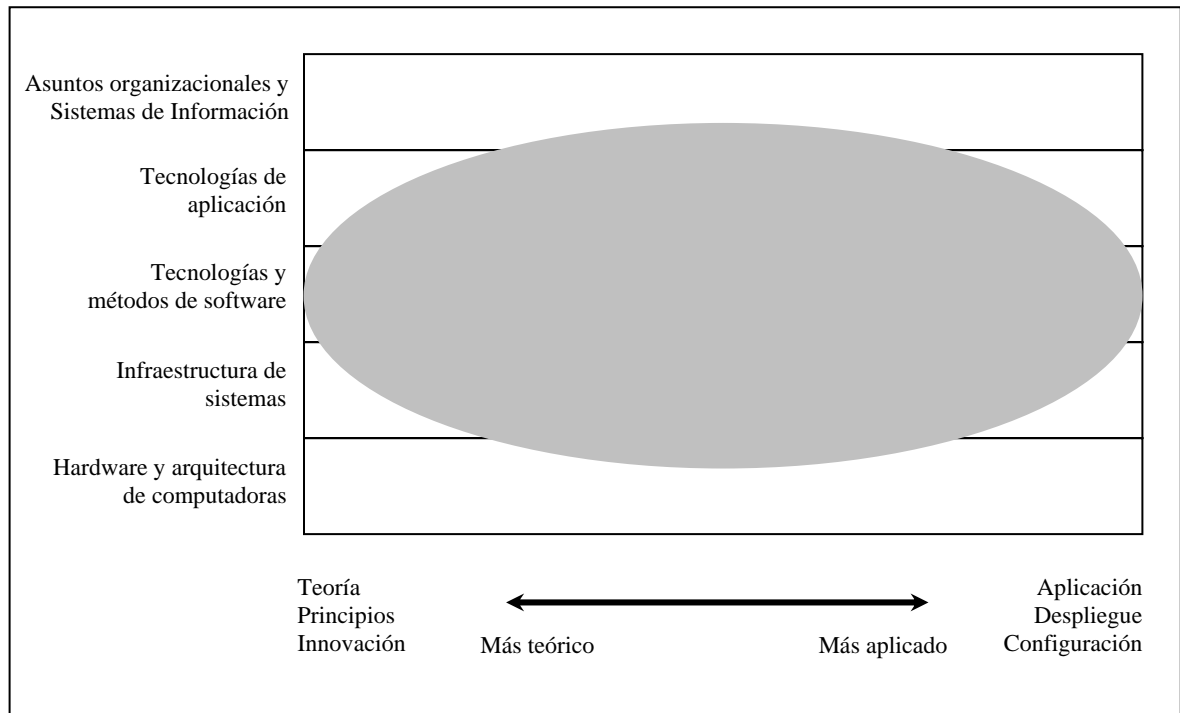
En el contexto laboral, el término "ingeniero(a) software" es un nombre de cargo. No hay una definición estándar para ésta denominación cuando se usa en una descripción de empleo. Su significado varía ampliamente entre los empleadores. Para algunos equivale a "programador de computadora", mientras otros lo toman como el título para quienes manejan grandes, complejos y/o críticos proyectos software. Por tal situación, es importante no equiparar las acepciones disciplinar y laboral de la IS. La figura 7 representa la IS. Cómo se vio al esquematizar la IC, su área se expande sobre la totalidad de la dimensión horizontal a un nivel inferior relativo al hardware, mientras que la IS se extiende sobre él hasta el nivel superior relacionado con los aspectos organizacionales. La IS cubre un amplio rango referente al desarrollo sistemático de software. Esto se debe a que las personas de la IS ocupan un gran rango de necesidades en los grandes proyectos software. El principal objetivo de la IS es el desarrollo de modelos sistemáticos y técnicas confiables para producir software de alta calidad, comprendiendo todos los aspectos desde los principios y la teoría hasta la práctica diaria. El dominio de la IS también se extiende a través de la infraestructura de sistemas, ya que sus profesionales la desarrollan de manera robusta para la operación. Igualmente su espectro se introduce en los sistemas organizacionales, puesto que los ingenieros(as) software se interesan en el diseño y desarrollo de sistemas de información que sean apropiados para las organizaciones clientes.

1.4.5. Tecnología de Información (TI)

Tecnología de Información es un nombre que posee dos significados. En un sentido amplio, el término TI es usado para referirse a todo lo relativo a la Computación. En la academia, se refiere al programa de pregrado que prepara a los estudiantes para atender las necesidades tecnológicas de las organizaciones de negocios, gobierno, salud, educación, y demás tipos. Así como SI se enfoca en los aspectos de la "información", la disciplina TI es su complemento al orientarse hacia la tecnología en sí misma. TI es una nueva y rápidamente creciente disciplina que inicio como una respuesta a las necesidades prácticas del día a día en los negocios y otros tipos de organizaciones. Hoy, las empresas de todas las clases dependen de la TI. Por tanto, necesitan sistemas apropiados. Estos deben trabajar adecuadamente, ser seguros, mejorados, mantenidos y remplazados convenientemente. Las personas que trabajan en las organizaciones requieren soporte de los miembros del departamento de TI, quienes entienden los

sistemas y su software, y están capacitados para resolver cualquier problema computacional que aquellos puedan tener.

Figura 7. El espacio problema de la Ingeniería de Software



(Basada en ACM et al., 2005. Traducción Libre)

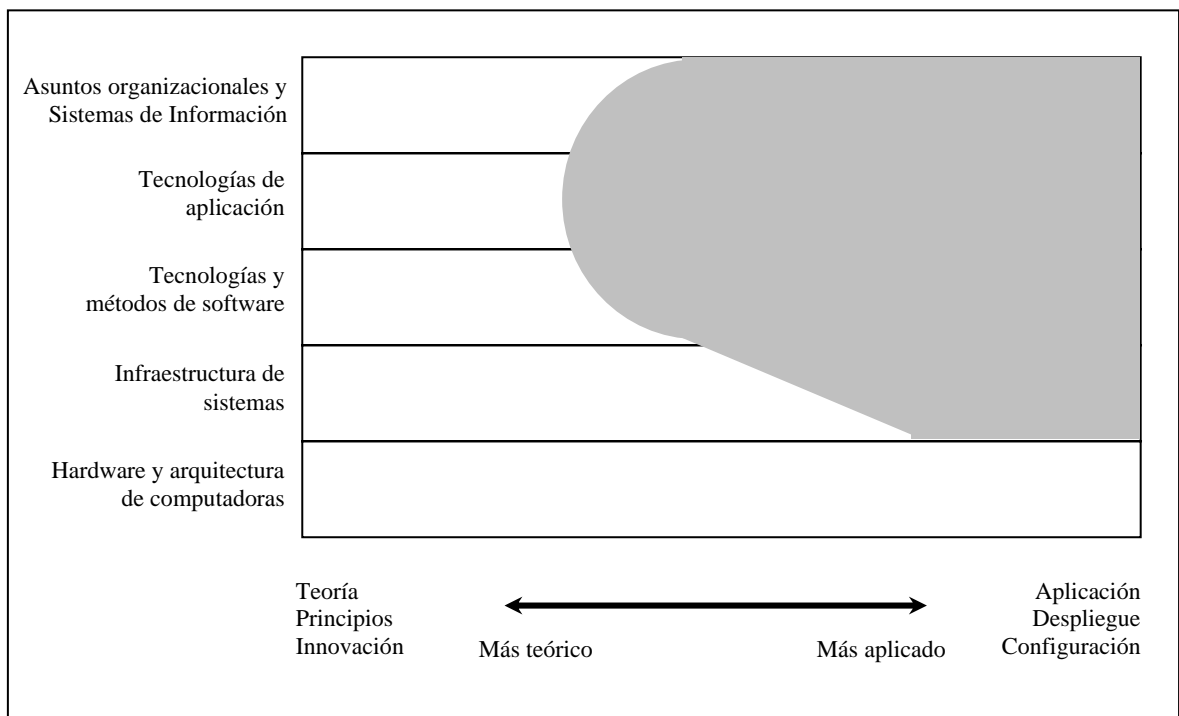
Los programas en TI aparecieron debido a que los otros planes de estudio en Computación no producían una adecuada oferta de graduados capaces de atender las mencionadas necesidades reales. Los programas en TI existen para producir graduados que posean la adecuada combinación de conocimiento y práctica, con experiencia para manejar tanto la infraestructura de TI como a las personas que la usan. Estos profesionales asumen la responsabilidad de seleccionar apropiados productos hardware y software para las organizaciones, integrarlos con sus necesidades e infraestructura, e instalarlas, personalizarlas y mantenerlas para los usuarios de la empresa. Ejemplos de responsabilidades de los especialistas en TI son: La instalación, administración y seguridad de redes, diseño de páginas web, desarrollo de recursos multimedia, instalación de componentes de comunicación, el manejo de productos de correo electrónico, y la planeación y administración del ciclo de vida tecnológico de una empresa.

La figura 8 representa la disciplina TI. Su área se extiende más hacia el extremo derecho, puesto que se enfoca en la aplicación, despliegue, y configuración de las necesidades de las organizaciones y de las personas. A través del eje vertical (desde los asuntos organizacionales y los sistemas de información, pasando por tecnologías de aplicación,

hasta la infraestructura de sistemas), su rol se solapa con SI, pero las personas de TI tienen un especial enfoque a satisfacer las necesidades humanas que surgen de la tecnología computacional. Adicionalmente, el área de TI va hacia la izquierda, desde la aplicación hacia la teoría y la innovación, especialmente en el área de las tecnologías de aplicación. Esto se debe a que los profesionales en TI también desarrollan tecnologías web digitales que las organizaciones usan para una amplia combinación de propósitos informacionales, implicando la apropiación de fundamentos conceptuales de principios y teorías relevantes.

Puesto que la TI es una disciplina muy reciente, su foco ha estado en programas educativos en desarrollo que dan a los estudiantes un fundamento de los conceptos y habilidades existentes. Gran parte de la comunidad de TI asegura que la investigación en su campo crecerá para crear y desarrollar nuevo conocimiento en áreas relevantes. Cuando esto pase, la figura tendrá que modificarse extendiéndose significativamente hacia la izquierda. Sin embargo, por ahora es sólo una ambición que no se ha alcanzado.

Figura 8. El espacio problema de la Tecnología de Información



(Basada en ACM et al., 2005. Traducción Libre)

1.5. LA COMPUTACIÓN EN COLOMBIA

En Colombia y en muchos países latinoamericanos, la noción de Computación, como se ha explicado en el transcurso del capítulo, carece aún de la total aplicación, pese al

reconocimiento que le otorga ACOFI (2005) como referente internacional por excelencia. En su lugar, aunque deficientemente, se encuentra posicionada la "Ingeniería de Sistemas" como el área de orientación profesional hacia las computadoras. No obstante, la visión internacional de ésta "ingeniería", representada en la actualidad por el International Council on Systems Engineering (INCOSE) (Ver apéndice I), es lejana al enfoque impuesto en el país. Es decir, en el ámbito nacional quién desea involucrarse profesionalmente con la informática, está sujeto a cursar una carrera universitaria con una denominación y un enfoque inapropiado.

Esta situación no es más que una evidencia del estado de crisis en que se encuentra la Computación colombiana. Su raíz, como la de muchos otros problemas nacionales, yace en la actitud irreflexiva que ha prevalecido respecto a la generación y/o aplicación de aportes científicos y tecnológicos y que no ha permitido formar un criterio propio y claro sobre el qué, cómo y para qué de los mismos. Puesto que el propósito investigativo que subyace a ésta libro es contribuir a la mejora de la Computación en Colombia trayendo claridad sobre una de sus ramas, a saber Sistemas de Información, es necesario que el lector o lectora cree una imagen previa sobre el estado actual de la Informática en el país. Para hacerlo, se tomará como centro de reflexión los lineamientos curriculares nacionales para Ingeniería de Sistemas, esbozados en los documentos "Contenidos Programáticos Básicos para Ingeniería" (ACOFI, 2004), y "Marco de Fundamentación Conceptual y Especificaciones de Prueba ECAES 2005 Ingeniería de Sistemas" (ACOFI, 2005).

1.5.1. La Ingeniería de Sistemas Colombiana

La carrera profesional colombiana denominada Ingeniería de Sistemas posee una historia aproximada de medio siglo, con la Universidad de los Andes (UNIANDES) y la Universidad Industrial de Santander (UIS) como las instituciones pioneras. UNIANDES, estableció el programa en 1967 e inicio su oferta en 1968 (UNIANDES, 2005). Casi a la par, la UIS aprobó en 1969 la creación de la carrera e inició en 1970 su primer semestre (UIS, s.f.). Según Dávila (2001, p.260), la Ingeniería de Sistemas original de UNIANDES fue en realidad un programa orientado hacia el manejo de computadoras, moldeada en medio del auge de especializaciones en investigación operacional y análisis de sistemas realizadas por profesores de diversas áreas. De acuerdo al autor, posiblemente por ser la facultad de los Andes la primera en Colombia con esa profesión, el nombre de Ingeniero de Sistemas vino a identificarse desde entonces con un especialista en computación, confundándose "sistemas" (del pensamiento sistémico) con "sistematización" (manejo electrónico de datos). Así, la Ingeniería de Sistemas nacional desde su génesis se alejó del enfoque que tal denominación posee en el mundo, representado hoy por INCOSE (2004).

Actualmente en Colombia, la imagen de la carrera puede verse reflejada de dos formas: curricularmente en los Contenidos Programáticos Básicos propios para la Ingeniería de Sistemas (CPBIS) (ACOFI, 2004; ACOFI, 2005); y profesionalmente en los aportes de la Asociación Colombiana de Ingeniería de Sistemas (ACIS), la más reconocida organización de practicantes. Los CPBIS representan el conjunto fundamental de áreas, componentes y subcomponentes que los programas universitarios deben comprender, ya

que se constituyen en los referentes de evaluación de la calidad de sus estudiantes por parte del estado. Su elaboración, ha sido fruto del esfuerzo de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). Cabe resaltar que en los documentos resultantes se manifiesta como homologables las denominaciones Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Informática, mostrando así el alejamiento respecto a los estándares internacionales que existe en tales fuentes. En el mundo, como ya se ha mencionado, la Ingeniería de Sistemas y la Informática o Computación son campos diferentes. La tabla 2 abstrae la organización de los CPBIS.

Tabla 2. Contenidos Programáticos Básicos de la carrera de Ingeniería de Sistemas/Informática Colombiana

Área	Componente	Subcomponente
1. Formación básica	1.1. Matemáticas	- Álgebra - Álgebra lineal - Trigonometría - Cálculo diferencial - Geometría analítica - Cálculo integral
	1.2. Física	- Mecánica y ondas - Electricidad y Magnetismo
	1.3. Humanidades	- Cultura general - Constitución y democracia
	1.4. Económico administrativo	- Fundamentos de economía - Análisis financiero
	1.5. Química (Excluido en ACOFI (2004) y (2005))	
	1.6. Biología (Excluido en ACOFI (2004) y (2005))	
2. Ciencias Básicas de Ingeniería	2.1. Ciencias básicas de ingeniería	- Análisis numérico - Probabilidad y estadística - Investigación de operaciones
	2.2. Matemáticas discretas	- Funciones - Conteo - Relaciones - Ecuaciones de diferencia - Conjuntos - Grafos - Lógica
	2.3. Programación y algorítmica	- Estructuras de datos - Algoritmos - Programación orientada a objetos (Antes perteneciente a 2.4. en ACOFI (2004)) - Algoritmos clásicos - Verificación de programas
	2.4. Informática básica (Antes Informática teórica en ACOFI (2004))	- Autómatas - Lenguajes formales
3. Ingeniería aplicada	Arquitectura y funcionamiento del computador	- Circuitos lógicos - Arquitectura de hardware básica - Representación de datos - Sistemas operativos
	Redes y Comunicaciones	- Redes
	Administración de información	- Base de datos - Modelaje
	Sistemas y organizaciones (Excluido en ACOFI (2005))	- Sistemas y organizaciones
	Ingeniería de software	- Diseño de software - Procesos básicos de software - Validación de software - Especificación de software - Administración de proyectos de software

(Basada en ACOFI, 2005)

Tras un vistazo general, varios aspectos de los contenidos resultan relevantes para su reflexión. En primer lugar, la carrera colombiana relacionada con la Computación posee el carácter de Ingeniería, es decir, su esencia es la aplicación del conocimiento científico para la generación de tecnología que atienda necesidades de la sociedad. Por tal razón, pareciera, es que existe un área de Ciencias Básicas (ver tabla 2) que reúne conceptos fundamentales de las ciencias naturales y la matemática. Generalmente en los planes de estudio universitarios, ésta área se ubica en los primeros niveles de la carrera, cubriendo casi la totalidad de créditos que un alumno puede tomar por semestre. Es así como un estudiante promedio de Ingeniería de Sistemas, cursará durante casi la primera mitad de su formación gran cantidad de asignaturas como cálculos y físicas. Lo anterior implica un grave problema. Dado que el enfoque y contenido de las asignaturas de ciencias básicas generalmente no se orientan hacia su aplicación en el espacio problema de la Computación, los estudiantes tienden a tomarlas como eslabones obligatorios pero sin utilidad para lo que resta de su carrera. La mentalidad común es que sólo hasta la segunda mitad del plan de estudios, supuestamente, se empezará a visualizar el "verdadero" sentido de la profesión.

De esta manera, se produce un sentimiento de fragmentación curricular que contribuye a generar cuestionamientos y frustraciones, al visualizar la primera etapa de formación como carente de valor. Aún así, muchos logran salir airosos de los primeros niveles a pesar de los altos índices de deserción académica que implican. Sin embargo, el costo es muy alto, al hacerlo sin una imagen clara de su profesión pese a encontrarse casi a mitad de carrera, y dejando en duda la esencia ingenieril dados los obstáculos que enfrentan posteriormente para aplicar las deficientemente interiorizadas bases científicas. Ahora bien, generalmente de forma sucesiva al área de ciencias básicas en los planes de estudio universitarios en Ingeniería de Sistemas, se encuentran las asignaturas relativas a las Ciencias Básicas de Ingeniería. Según ACOFI (2004, p.9), esta área abarca conocimientos específicos de las ciencias naturales y la matemática para su aplicación en la ingeniería. Como se puede apreciar en la tabla 2, nuevamente los estudiantes se ven involucrados en temas con un fuerte énfasis matemático, paralelamente con otros orientados hacia la programación de computadoras. En consecuencia, al traspasar la mitad del currículo es común que los potenciales profesionales no poseen una idea clara siquiera de lo que es la ingeniería, ya que su formación no contempla de forma evidente espacios para conceptos esenciales relacionados como el diseño, el pensamiento de sistemas, la administración de proyectos, y el trabajo interdisciplinario. Por el contrario, dada la saturación de temáticas de las ciencias naturales y la matemática, la noción de ingeniero(a) se asocia erradamente a una persona competente en tal terreno, aunque quizá no en su aplicación para la solución de problemas de la vida real. ¿Y qué decir a tales alturas de la carrera sobre el concepto de Computación o Informática que poseen los estudiantes, y que supuestamente proporciona la identidad a su profesión ingenieril? La respuesta no es muy alentadora. Puesto que los primeros niveles habitualmente se ven copados por asignaturas correspondientes a las áreas de ciencias básicas y de ciencias básicas de ingeniería, no existe mucho espacio para sentar los fundamentos sobre la Computación. Generalmente, esta pequeña franja es cubierta con temas orientados hacia la programación de computadoras y el estudio de algoritmos, lo cual, pese a su importancia, no representa una verdadera inducción al campo de la Computación tal como se explicó anteriormente en el capítulo.

De esta manera, entre la matemática y la física, y en mucha menor proporción, la programación y las humanidades, el estudiante promedio de Ingeniería de Sistemas deambula sin rumbo para adentrarse en la fase final de su carrera. Habitualmente en los currículos universitarios, esta última etapa se encuentra centrada en los conocimientos correspondientes al área de Ingeniería Aplicada de la tabla 2. Como se puede apreciar, es evidente la orientación de tales contenidos hacia el campo de la Computación. No obstante, bajo el lente del CC2005, no es clara su disposición hacia alguna de sus disciplinas, por el contrario, parece una mezcla de todas ellas. Lo anterior implica que en sus últimos cuatro o cinco niveles, los estudiantes cursan un compilado de asignaturas que más allá de ubicarlos, fomentan una desorganizada y superficial visión profesional. Por tal razón a su egreso, gran parte de los nuevos profesionales no sabe a ciencia cierta cuáles son sus fortalezas y posibilidades prácticas. Aluden dominar desde la configuración de dispositivos electrónicos hasta la gerencia de la función informática de una organización. Sin un perfil definido, compiten laboralmente para cualquier cargo aún sin la respectiva preparación, y aún más grave dados los índices de desempleo del país, aceptan puestos que por su naturaleza operativa y técnica no retribuyen el esfuerzo realizado durante sus años de formación en ingeniería.

¿Y qué sucede con la disciplina Sistemas de Información dentro del estándar colombiano? La réplica resulta contradictoria. En ACOFI (2004), los conocimientos relacionados con SI se encontraban principalmente comprendidos dentro del componente "Sistemas y Organizaciones", empero, relegado a ser del área de Ingeniería Aplicada el de menor aporte en número de preguntas en el respectivo examen ECAES. Ahora bien, pese a que según ACOFI (2005) SI es una de las tres orientaciones que presentan los currículos en Ingeniería de Sistemas Colombianos (Junto con Ciencia de las Computadoras e Ingeniería del Software), en la última versión de los Contenidos Programáticos el componente "Sistemas y Organizaciones" ha sido excluido. Con otras palabras, el vigente estándar colombiano en Computación no contempla formalmente a la disciplina SI dentro de su espacio de interés, un gran desatino respecto al referente internacional*. En síntesis, es evidente la perjudicial desatención que existió respecto a la visión mundial de la Computación en el desarrollo de los Contenidos Programáticos. Quedan en el aire entonces varios cuestionamientos ¿ACOFI, al plantear el contenido programático para Ingeniería de Sistemas, fue consciente que se intentaba embeber en una carrera las implicaciones de las cinco disciplinas diferentes y complejas de la Computación? ¿Si lo fue, en qué modelos de referencia internacionales se basó para hacerlo, o qué intereses primaron para el resultado obtenido? ¿Fue la mejor estrategia obtener la propuesta a través de la "discusión" entre los representantes de los diversos programas de ingeniería de sistemas nacionales, sin crear una plataforma conceptual común? ¿Fue la propuesta un trabajo de Ingeniería?

Dejando a un lado de momento la visión curricular actual de la profesión nacional orientada a la Computación, resulta igualmente importante explorar su dimensión práctica. Para ello, un referente significativo lo constituye la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS). ACIS es una organización sin ánimo de lucro que agrupa a más de

* En el epílogo de esta tesis se retomará la anterior discusión, y se propondrá un conjunto de aportes para potenciar en Colombia un perfil profesional en SI.

1500 profesionales. Nació en 1975 y actualmente se identifica como el gremio de los Ingenieros de Sistemas. Su misión consiste en velar por el desarrollo de la Ingeniería de Sistemas y su aplicación responsable para la solución de los problemas del desarrollo nacional, así como la de promover el estudio, la difusión y la utilización de las disciplinas asociadas con la información y su tratamiento (ACIS, 2005). Explorando los aportes de la asociación a través de sus libros, sitio Web y revista, es clara su intención de mantener el vínculo de sus agremiados con temáticas actuales en el campo informático, al igual que resulta evidente su propósito por fortalecer profesionalmente a sus miembros a través de seminarios, cursos, jornadas académicas y grupos de interés. No obstante, pese a su misión manifiesta, ACIS es débil como participante crítico en el panorama de la Computación Colombiana.

Resulta inquietante, por ejemplo, su ausencia en el desarrollo de los ya mencionados contenidos programáticos. En este sentido, no es clara su posición sobre el enfoque disciplinar ni a la historia de la Computación nacional respecto al referente mundial. Igualmente, la asociación no ofrece una postura abierta, desde la perspectiva práctica, sobre la calidad de la profesión, sus debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas. No es tampoco explícita su participación en el desarrollo de políticas, programas y estrategias tecnológicas del estado colombiano, así como en la gestación de la industria nacional de la Computación. Retomando ideas de la sección previa, ACIS pese a sus importantes aportes en las últimas tres décadas, mantiene su deuda en la definición de una informática coherente con las necesidades del país, más allá de la que por dependencia, ignorancia y fascinación tecnológica prevalece hoy. En síntesis, tanto curricular como profesionalmente, la versión nacional de la Computación proveída por la carrera de Ingeniería de Sistemas requiere atención y reorientación. Ya sea que se asuma una postura activa o no, factores como el Computing Curricula (CC) y su trasfondo de globalización educativa no pueden ignorarse. Sus implicaciones, como se verá a continuación, no plantean otro horizonte diferente a un cambio radical en la informática nacional.

1.5.2. Repercusiones de la visión mundial de la Computación para Colombia

Diversas repercusiones para la Ingeniería de Sistemas Colombiana se derivan de la actual visión mundial de la Computación (CC2005). A continuación, se destacarán las consideradas de mayor relevancia bajo una perspectiva de cambio disciplinar:

- Cambio en la denominación del programa: Se hace necesario que en Colombia la carrera de Ingeniería de Sistemas modifique su denominación. En un contexto de globalización educativa donde las tendencias de acreditación, homologación y movilidad profesional cobran cada vez mayor posicionamiento, es ilógico mantener un apelativo que no es coherente con la visión internacional de dicha ingeniería (impulsada por INCOSE). Dado que el enfoque predominante en el país es hacia la Computación, denominaciones coherentes con las especialidades del CC2005 son por tanto las más convenientes. Instituciones como la Universidad Nacional (UNAL) ya han dado el primer paso, al comprender en su Proyecto de Reforma Curricular la

modificación en el nombre de sus programas de Ingeniería de Sistemas y Maestría en Ingeniería de Sistemas, a Ingeniería de Sistemas de Computación y Maestría en Ingeniería de Sistemas de Computación respectivamente (Hernández et al., 2003)

- Generación de programas conexos orientados hacia las diversas especialidades del CC2005: Así como es un error mantener un apelativo lejano al contexto internacional, es aún peor pretender abarcar en un solo programa las competencias de las cinco disciplinas del CC2005. Por tanto, es imperioso diversificar la oferta de carreras en el campo de la Computación nacional. Por ejemplo, aunque no es explícito lo cual es un considerable desatino, en el caso de la UNAL su proyecto de reforma parece orientarse hacia la Ciencia de las Computadoras. En el ámbito latinoamericano ya existen evidencias de la tendencia hacia la diversificación. El Tecnológico de Monterrey (ITESM) posee actualmente un programa de pregrado en SI (ITEMS, 2005). Igualmente en el mismo país, se están gestando nuevas carreras como la denominada Administración de la Función Informática (Hernández, 2003). Queda planteado el reto para que las instituciones educativas decidan formalizar su orientación, no obstante, guardando la conectividad conceptual entre las disciplinas. Hacerlo conllevará mayor claridad, calidad, efectividad y oportunidad profesional para los egresados.
- Transformación de los procesos nacionales de acreditación y evaluación curricular: Es claro que la diversificación de la oferta de programas en Computación conllevará a reformar los procesos de acreditación y evaluación, creando quizá esquemas propios para cada disciplina. Sin embargo, no es sensato esperar hasta que las nuevas carreras se formalicen. Resulta trascendental que los actuales procesos se sometan a reflexión, con el fin de determinar cual de las disciplinas del CC2005 es la que más se ajusta al promedio de currículos nacionales y viceversa. De esta manera, los estudiantes que en la actualidad cursan su programa de Ingeniería de Sistemas, los próximos a titularse y los egresados existentes, tendrán un referente estatal sobre su perfil profesional. Siguiendo lo planteado en ACOFI (2005), la disciplina Ciencia de las Computadoras parece las más apropiada para tal situación, dado que fue la tomada como referencia para el desarrollo de los Contenidos Programáticos desde su versión 2003.
- Desarrollo de la Industria Colombiana de la Computación: La vigencia del mercado digital es un hecho (Aldrich, 2001). Sobre él se han plantado muchos de los retos, agendas, proyectos y expectativas del gobierno nacional. No obstante, para que Colombia sea una nación competitiva en el nuevo orden global, es necesario el desarrollo de la Industria de la Computación (no únicamente de software). Para esto el cambio en la academia es trascendental, puesto que nuevos y diversos roles profesionales se requerirán para generar y dirigir diferentes tipos de organizaciones informáticas, orientadas a la producción a gran escala de software, a la consultoría sobre administración empresarial de la información, y a la subcontratación de servicios de soporte de infraestructura de TI, entre otros. Igualmente, se necesitará que los empresarios y el estado en general tomen

conciencia de las amenazas y oportunidades que acarrea la evolución de un contexto socio-económico industrial a uno basado en la información (digital), para que tome forma y se asuma un compromiso serio y planificado para mejorar el posicionamiento del país en el entorno mundial actual y futuro.

1.5.3. Un nuevo panorama computacional colombiano

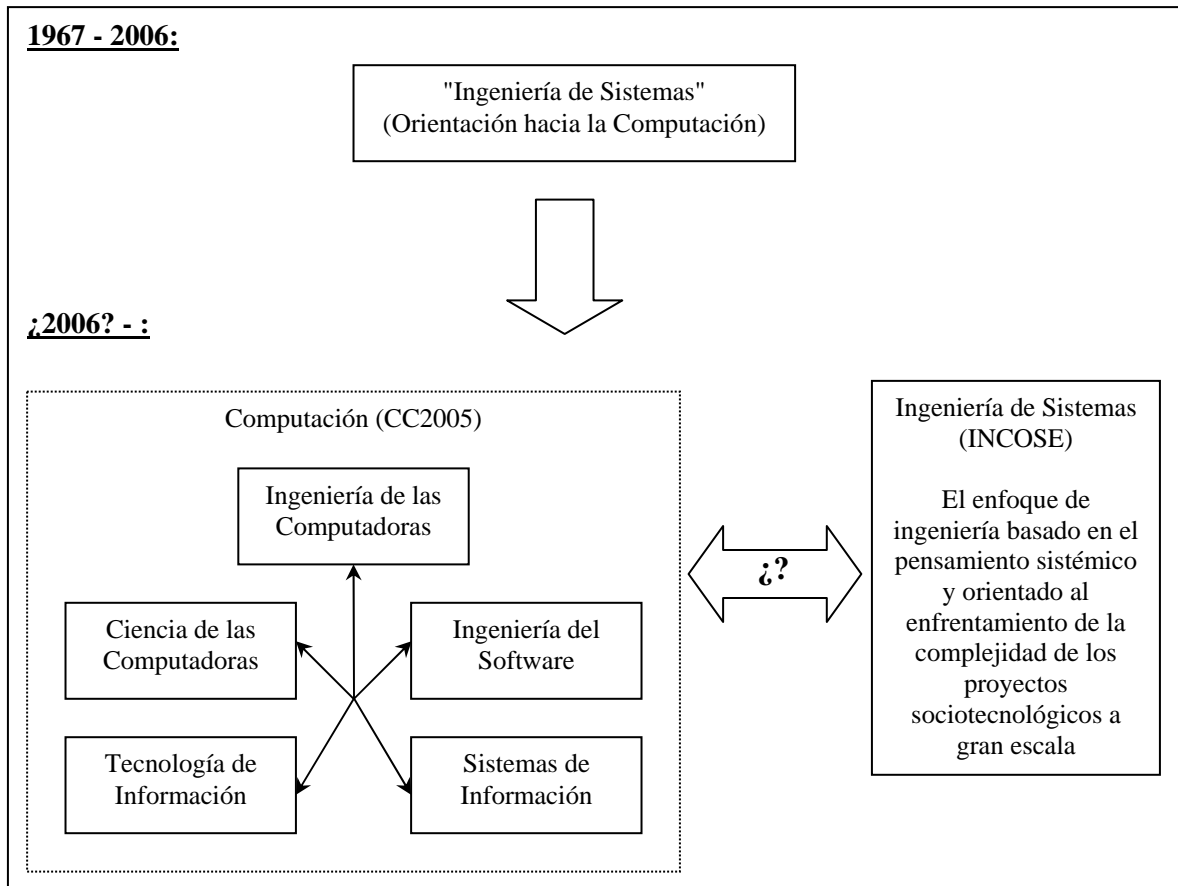
Tomar la decisión y asumir la empresa de transformar la actual Ingeniería de Sistemas Colombiana no es una situación que pueda permanecer cesante por mucho tiempo. Las políticas estatales vigentes y de futuro próximo, así como las exigencias de naciones socias comercialmente, están haciendo infranqueable la presión del libre mercado internacional. En tal contexto, uno de los principales eslabones de intervención es el sector educativo. El mercado de estudiantes para programas universitarios tendrá cada vez mayor número de alternativas de formación, teniendo prioridad las de mejor calidad, ubicación laboral y proyección profesional nacional e internacional. La influencia Norteamericana tarde o temprano hará que el CC2005 se convierta en el estándar básico. No obstante, la apertura educativa no es la única razón por la cual la transformación de la Ingeniería de Sistemas nacional es imperante. La carrera requiere replantearse primordialmente porque se encuentra en un estado de crisis.

Es necesario admitir que la profesión se ha mantenido en un culto pagano al instrumento. Cegada por la fascinación tecnológica, su breve historia parece un esfuerzo por no rezagarse del vaivén de cambios acelerados en los productos hardware y software de los países del "norte". Así, muchos profesionales han dejado a un lado su legado ingenieril y se han convertido en "mercaderes" de aplicaciones no pertinentes, innecesarias y hasta perjudiciales. En consecuencia, resulta inquietante ver que la separación en la práctica del ingeniero, el tecnólogo y el técnico es cada vez más borrosa, reflejándose en la sobreoferta de postulantes que compiten por un pobre e indiscriminado nivel de aspiración salarial y perfil requerido. A lo anterior se suma la falta de conciencia crítica. Asumiendo a la Universidad como el espacio donde dicha actitud encuentra su desarrollo, es contradictorio ver como las instituciones superiores abandonan cada vez más su esencia reflexiva y generadora de conocimiento, para convertirse en espacios de instrucción basada en la ignorancia. Cada vez más los estudiantes pierden su capacidad creativa y crítica, fomentados por docentes que "enseñan" exclusivamente el uso de comandos e instrucciones de computadora. Los planes de estudio se tiznan entonces de cualquier nuevo título de las revistas de moda tecnológica, y forman un salpicón insípido al mezclarse con las asignaturas arcaicas que en ocasiones se continúan impartiendo.

Tal situación no deja más salida que el replanteamiento. El surgimiento de un nuevo y conexo conjunto de carreras que reemplacen la cuestionada visión actual no da más espera, menos aún si el gobierno nacional establece de lleno la apertura del mercado educativo tal como lo ha venido promoviendo. Así las cosas, la Ingeniería de Sistemas Colombiana tal como se conoce actualmente desaparecerá y emergerá un nuevo panorama informático en el país desde la perspectiva académica (Figura 9). La carrera universitaria relacionada con la Computación ya no será una sino cinco, permitiendo a su

vez que la Ingeniería de Sistemas, el enfoque ingenieril basado en el pensamiento sistémico y orientado al enfrentamiento de la complejidad de los proyectos sociotecnológicos a gran escala (ver apéndice I), tenga por fin su espacio en el contexto Colombiano, tras casi cuarenta años de vivir en las sombras.

Figura 9. Cambio en el panorama de la formación profesional en Computación para Colombia



Este renacer no implica la desconexión entre la Computación, como familia de disciplinas, y la Ingeniería de Sistemas propiamente dicha. Por el contrario, siguiendo la propuesta planteada por INCOSE, esta última debe concebirse no como una carrera profesional por sí misma, sino como un enfoque que los ingenieros de todas las ramas deben estudiar y aplicar. Lo anterior se cumple especialmente para aquellos orientados hacia la Computación, puesto que actualmente los grandes proyectos sociotecnológicos implican la participación de tecnología informática. No obstante, queda abierta la inquietud sobre los aspectos específicos que dicha relación tendría para la Computación en general y sus disciplinas en particular.

2. LA DISCIPLINA SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Existe ambivalencia en el significado del término "Sistemas de Información (SI)". De una parte se encuentra la acepción común, mas no por esto exclusiva, que los relaciona con "dispositivos tecnológicos" que reciben, procesan, almacenan y diseminan información en las organizaciones. Un sentido alterno, lo considera el "título" de la comunidad internacional que dentro del contexto de la Computación, se encuentra interesada en la investigación y práctica del manejo organizado de la información en las organizaciones. Con otras palabras, otorga al término el carácter de campo de estudio o disciplina, tal como se describió en la sección 1.4 del capítulo anterior. Es claro que los planteamientos son complementarios. Definir SI como disciplina, se refiere a la institucionalización de una comunidad intelectual que tiene a los sistemas de información (vistos como "dispositivos" que contribuyen al manejo organizado de la información) como objeto de interés teórico y práctico. Evidenciar y entender esta particular polisemia fue clave para el avance de la investigación del cual éste documento es fruto, y que estuvo inicialmente interesada sólo en estudiar la imagen predominante de los SI como "dispositivos" tecnológicos. Una importante lección se deriva de lo anterior: Cualquier aporte al entendimiento de los sistemas de información debe tener en claro su polisemia, y ofrecer, de acuerdo a su alcance, una explicación de cada significación y su interrelación. Por consiguiente, éste capítulo presenta una descripción sobre la visión de SI como campo de estudio, dejando para los capítulos siguientes la explicación sobre la imagen complementaria de SI como objeto de estudio, principal interés de la investigación.

2.1. NOCIÓN DE CAMPO DE ESTUDIO

Sistemas de Información es un concepto "polisémico", teniendo como uno de sus significados el ser un campo de estudio o disciplina. Pese a que la panorámica de la Computación en el capítulo anterior aportó algunas luces sobre la visión disciplinar, el interés investigativo sobre SI hace necesaria su profundización. Proponerse entender SI como un campo de estudio, conlleva entonces a preguntarse qué significa éste término. Diversas versiones de su significado han sido propuestas, otorgándosele nombres que comúnmente se toman como sinónimos, por ejemplo, disciplina, comunidad científica y campo intelectual. Checkland & Holwell (1998, p.31-34) sugieren que:

El concepto de un campo de estudio, o más claramente definido, una 'disciplina', implica una preocupación compartida por acumular conocimiento en un área particular, acordar temáticas dentro de ella, resolver interrogantes o problemas, y ejercer influencia sobre la acción que se realiza. Esto implica que el cuerpo de conocimiento crecerá, y que el campo o disciplina producirá actividad institucional: conferencias, cursos, revistas especializadas, [y] probablemente cuerpos profesionales. A medida que se enfrentan los problemas y se realizan las investigaciones, el campo creará y/o importará herramientas, técnicas y enfoques que se irán desarrollando en el uso. Mientras se van acumulando los resultados, el debate entre los miembros de la comunidad principal guiará el

* Esta definición podría considerarse cercana a los planteamientos de la sociología del conocimiento expuestos por Banville y Landry (1989, p. 52-53).

enriquecimiento del cuerpo del conocimiento y la definición de nuevas situaciones y problemas...
[Traducción Libre]

De la anterior propuesta se puede establecer que: (a) un campo de estudio representa la interacción social institucionalizada de una comunidad sobre un interés intelectual particular; (b) dicha interacción, por poseer continuidad en el tiempo, genera un desarrollo propio; (c) el centro de este devenir es la continua recreación del cuerpo de conocimiento fruto del ejercicio académico y práctico; y (d) a medida que el campo se desarrolla, sus miembros experimentan un cierto grado de identidad en el lenguaje, las percepciones y las acciones. En esta línea de ideas, puede argumentarse que SI posee: (a) una institucionalización, reflejada en revistas especializadas, asociaciones mundiales, conferencias regionales y globales, miles de programas de pregrado y posgrado en universidades del mundo, modelos de currículo y cuerpos profesionales relacionados; (b) Un desarrollo (para algunos borroso) de aproximadamente medio siglo que refleja la emergencia y devenir de la investigación, práctica e institucionalización; (c) un cuerpo de conocimiento y objeto de estudio en constante proposición, revisión, discusión y recreación por parte de los miembros del campo, al igual que variedad de enfoques investigativos y prácticos; y (d) una identidad disciplinar, actualmente sometida al cuestionamiento académico (Benbasat y Zmud, 2003). Es desde esta perspectiva que se afirma que SI es un campo de estudio. Por tanto, será esta propuesta la que oriente de aquí en adelante un acercamiento a su desarrollo disciplinar.

2.2. SURGIMIENTO E INSTITUCIONALIZACIÓN

Una idea generalizada, más no totalmente establecida, relaciona la génesis de SI con la instalación de la primera computadora para aplicaciones de negocios en 1954^{**}. Cuando las computadoras empezaron a ser satisfactoriamente aplicadas a los problemas de los negocios, creció el interés en desarrollar una "teoría" para soportar su éxito continuado (Hirschheim y Klein, 2003, p.244-245). Entre los primeros trabajos vinculados a este propósito se encuentran los desarrollados por Blumental (1969) y Langefors (1973). Otro planteamiento difundido sobre el surgimiento de SI, que podría tomarse como un acuerdo entre los miembros del campo, es la variada naturaleza de sus raíces. Como exponen Baskerville y Myers (2002, p.2), desde que Keen (1980) planteó la idea de "disciplinas de referencia" para SI, se ha invertido un gran esfuerzo debatiendo cuáles campos poseen un valor fundamental. Múltiples versiones se han propuesto, algunas sitúan a SI como derivado de otras áreas intelectuales (Davis, 1974, p.8), otras lo ubican en un continuo entre diversas disciplinas (Lucas, 1982, p.14), y una más reciente coloca a SI como parte de una red de conocimientos que refiere y es referida por otros campos intelectuales (Baskerville y Myers, 2002, p.7-10). La tabla 3 resume algunas de las versiones sobre las disciplinas contribuyentes al campo SI.

^{*} Según ACM et al.(2005), sólo en Estados Unidos existen actualmente cerca de 1000 programas en SI.

^{**} El lugar donde fue instalada y su propósito específico no es muy explícito en las fuentes consultadas. No obstante, parece otorgársele éste avance a la empresa General Electric (Murdick, 1980, p. 14).

Esta diversidad de influencias iniciales ha marcado el desarrollo pluralista y en múltiples ocasiones fragmentado de SI como campo. No sólo por la variedad de teorías, conceptos y prácticas que se han tomado prestadas a otras disciplinas, sino porque muchos de quienes han llegado a "poblar" este campo lo han hecho manteniendo una muy cercana relación con el bagaje de su propia nacionalidad académica. No obstante, pese a la inexistencia de un paradigma disciplinar^{*} que comprenda todos los enfoques vigentes, SI posee una fuerte institucionalización que le ha permitido mostrarse como una comunidad intelectual reconocible.

Tabla 3. Multiplicidad de versiones sobre las disciplinas contribuyentes para SI

Autor(es)	Disciplinas Contribuyentes para SI
Davis (1974)	Contabilidad Gerencial, Ciencia de la Administración, Teoría de la Administración y Procesamiento Computacional
Murdick (1980)	Teoría Contable, Teoría de la Administración, Computación Electrónica
Lucas (1982)	Psicología, Estudios Organizacionales, Áreas Funcionales de Negocios (Finanzas, Contabilidad, Mercadeo, Producción), Investigación de Operaciones, Ingeniería Eléctrica, Ciencia de la Computación.
Boland y Hirschheim (1985)	Campos primarios (Administración, Ciencia de la Computación), Disciplinas de Apoyo (v. gr. Psicología, Sociología, Estadística, Ciencia Política, Economía, Filosofía, Matemáticas)
Culnan (1986)	Teoría Fundamental (v. gr. Ciencia de Sistemas), Disciplinas Aplicadas Relacionadas (v. gr. Contabilidad, Ciencia de la Computación, Finanzas, Administración e Investigación de Operaciones), Disciplinas Subyacentes (Antropología, Ciencia Política, Psicología, Sociología)
Banville y Landry (1989)	Ciencia de la Computación, Teoría de la Decisión, Teoría de la Administración, Economía, Psicología
Ahituv y Neumann (1990)	Ciencias Exactas (Teoría del Control, Teoría General de Sistemas, Estadística), Tecnología (Ciencia de la Computación, Ingeniería Eléctrica), Ciencias Sociales y del Comportamiento (Teoría de la Administración, Sociología, Psicolingüística, Economía)
Lundeberg (1995)	Teoría de la Información, Teoría de Sistemas, Teoría del Cambio
Baskerville y Myers (2002)	Ingeniería, Ciencia de la Computación, Teoría de Sistemas Cibernéticos, Matemáticas, Ciencia de la Administración, Teoría de la Decisión del Comportamiento

El término "Institucionalización" se refiere aquí a la organización del accionar de un campo en entidades que lo identifican y recrean como asociaciones y gremios (académicas y profesionales), centros de investigación, departamentos y programas universitarios, y recursos de comunicación y discusión entre sus miembros (revistas especializadas y conferencias). Pese a que SI es un campo joven, se observa un importante trabajo hacia su establecimiento institucional. En lo que respecta a las asociaciones, desde mediados del siglo XX se ha visto un desarrollo creciente en número y prestigio. Aunque las primeras agremiaciones se gestaron en el seno de la Ciencia de la Computación, la Ingeniería Eléctrica, y la Administración, al evolucionar fueron relacionándose directa o indirectamente con el campo SI tal como se reseña en la tabla 4. Actualmente The Association for Information Systems (AIS) se ha establecido como la más importante agremiación académica del campo. Cuenta con 10 capítulos alrededor del mundo, 21 grupos de interés especial, 4 entidades internacionales afiliadas, 4000 miembros en el globo, 1 conferencia mundial y 3 de índole regional: ICIS (International Conference on

^{*} Una forma única que reúna los tópicos a tratar, la manera de llevar a cabo las investigaciones e interpretar y aplicar los resultados.

Information Systems), AMCIS (Americas Conference on IS), ECIS (European Conference on IS) y PACIS (Pacific-Asia Conference on IS). Igualmente, Society for Information Management SIM y The Association of Information Technology Professionals AITP, se reconocen como las organizaciones profesionales de mayor prestigio, contando en la actualidad con cerca de 3000 y 9000 miembros alrededor del mundo respectivamente, entre los que se cuentan CIOs (Chief Information Officer), Ejecutivos Senior, Consultores y Líderes en TI.

Tabla 4. Breve cronología de agremiaciones relacionadas al Campo SI

Agremiación	Año de fundación	Sitio Web
Association for Computing Machinery (ACM)	1947	www.acm.org
International Association for Computer Information Systems (IACIS)	1960	www.iasis.org
ACM Special Interest Group on Management Information Systems (SIGMIS)	1961	www.acm.org/sigmis/
Data Processing Management Association (DPMA)	1962	Transformada en AITP
Institute for Electrical and Electronic Engineers (IEEE)	1963	www.ieee.org
IEEE Computer Society (IEEE-CS)	1963	www.computer.org
Society for Information Management (SIM)	1968	www.simnet.org
International Academy for Information Management (IAIM)	1986	www.gwu.edu
Association for Information Systems (AIS)	1994	www.aisnet.org
Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS)	1995	www.informs.org
Association of Information Technology Professionals (AITP)	1996	www.aitp.org
INFORMS Information Systems Society (INFORMS-IS)	---	http://clh.fairfield.edu/iss/index.html

En lo correspondiente a centros de investigación, departamentos y programas universitarios y modelos curriculares, desde sus inicios SI ha tenido una expansión cada vez mayor. Para finales de los setenta, por ejemplo, el campo contaba sólo en Norteamérica con programas de posgrado en 32 universidades, localizados principalmente en las Escuelas de Negocios pero también en Departamentos de Ciencia de la Computación, Ingeniería Industrial, Administración Pública y Ciencias de la Información (Davis, 1980, p.174-183). Para el mismo período centros de investigación como The Management Information Systems Research Center (MISRC) de la Universidad de Minnesota y The Center for Information Systems Research (CISR) del MIT, fundados en 1968 y 1974 respectivamente (Dickson y Rockart, 1980, p.234-241), contaban con un amplio reconocimiento que aún mantienen. Aunque los primeros programas de SI se orientaban a niveles de posgrado, poco a poco fueron gestándose propuestas para estudios universitarios de pregrado promovidos principalmente por agremiaciones como ACM y DPMA (Gorgone et al., 2003, p.35). Hoy, el número de universidades en el mundo con programas en SI continúa en aumento*. Principalmente Norteamérica, Gran Bretaña, Australia, Países Escandinavos y Asia Pacífica, se destacan por ser las regiones con mayor cantidad y renombre de carreras universitarias en SI.

* Ver por ejemplo el listado de ISWorld, la mayor comunidad del campo en Internet adscrita a AIS, que referencia 449 departamentos de SI alrededor del mundo (<http://www.isworld.org>).

Respecto a los modelos curriculares, en la actualidad los más importantes referentes son los denominados IS2002 (Gorgone et. al., 2003) para programas de pregrado, y MSIS2000 (Gorgone y Gray, 2000) para programas de posgrado, respectivamente. Los estándares son el resultado del trabajo sobre currículos modelo para SI que inició a comienzos de los años setenta y ha madurado en un período de treinta años bajo el liderazgo de asociaciones como ACM, AIS, IEEE-CS y AITP. Los reportes mencionados son ampliamente aceptados y se han convertido en la base para la acreditación de los programas de pregrado y posgrado en SI. A su vez, constituyen el esfuerzo combinado de numerosos individuos y refleja los intereses de docenas de facultades, se han basado en los requerimientos esperados de la industria, representan las visiones de organizaciones que emplean los graduados, y están soportados por otras organizaciones interesadas. El apéndice III presenta un resumen del IS2002.

Por otro lado, en lo referente a los recursos de comunicación y discusión (conferencias y revistas especializadas) entre los miembros del campo, un importante despliegue histórico se ha llevado a cabo. Inicialmente los académicos y practicantes de SI al carecer de conferencias propias, hacían uso de los espacios de encuentro de agremiaciones de áreas como Administración y Ciencia de la Computación donde se reconocía su participación. Fue hasta inicios de los ochenta que se crea la Conferencia Internacional sobre Sistemas de Información (ICIS por sus siglas en Inglés) como una entidad autónoma. Su primera versión fue llevada a cabo en diciembre de 1980 en Filadelfia, Pennsylvania, y se ha venido realizando anualmente desde entonces. En el 2001 ICIS entra a hacer parte de AIS, contribuyendo a gestar espacios de comunicación regionales como los ya mencionados AMCIS (desde 1995), ECIS y PACIS (ambos desde 1993).

Una de las primeras revistas especializadas sobre SI fue *The Former*, publicada conjuntamente entre SIM y MISRC a finales de los setenta. *The Former* fue identificada en los inicios del campo como la publicación líder, siendo relegada como medio de comunicación central a mediados de los ochenta por *MIS Quarterly* y *Proceedings of ICIS* (Culnan y Swanson, 1986, p.291). No obstante, publicaciones de otras disciplinas han mantenido desde los sesenta un importante lugar para los autores de SI. Entre ellas se encuentran *Communications of the ACM* (CAMC) publicada desde 1958, *Management Science* publicada desde 1955 y *Academy of Management Journal* publicada desde 1958 (Ibíd.). Diversos estudios se han realizado para establecer la calidad y preferencia de las publicaciones del campo. *ISWorld* por ejemplo, ofrece una clasificación* en la que *MIS Quarterly*, *Communications of the ACM* e *Information Systems Research* se ubican como las mejor escalafonadas. En conclusión, es evidente la existencia de considerables esfuerzos hacia la institucionalización de SI. Gracias a esto, el campo posee una identidad en el escenario científico continuamente re-definida mediante las actividades de investigación, docencia y aplicación de conocimientos.

* La clasificación puede ser consultada en <http://www.isworld.org/csaunders/rankings.htm>.

2.3. ACADEMIA Y PRÁCTICA

La academia y la práctica como actividades complementarias y co-generativas, constituyen la energía que vitaliza un campo de estudio. Entendiendo no restrictivamente la academia como la actividad cuyo propósito es la generación de ideas (investigación y docencia) y la práctica como la actividad orientada al uso del conocimiento producido, SI posee considerables argumentos para dar cuenta de la relación "ideas - uso de ideas". En primera instancia, gracias al análisis de los tópicos sobre los que se publica o diserta en libros, revistas especializadas y conferencias sobre SI, y al examen de casos de estudio y entrevistas a ejecutivos del campo, se poseen referentes sobre los intereses de diversos actores. La tabla 5 es una adaptación y complemento de la presentada por Checkland y Holwell (1998, p.38), sobre las temáticas de trabajo para investigadores y practicantes. En segundo lugar, la forma de abordar la investigación, formación y práctica en SI puede verse reflejada en los planteamientos de Myers (2004), McBride y Hackney (2003, p.3-16), y Hirschheim y Klein (1989, p.1999-1216) respectivamente. No obstante, es importante dejar claro que estas fuentes son sólo una muestra de las múltiples que tratan éstos tópicos. Se han tomado como referentes en este documento por su reconocimiento en la comunidad de SI. Myers, en su sitio de Internet dedicado a la investigación en SI, expone ideas relacionadas principalmente con la denominada "Investigación Cualitativa". Sin embargo, los planteamientos presentados permiten bosquejar una panorámica sobre la actividad de indagación científica en el campo. Myers argumenta que todo investigador asume consciente o inconscientemente un conjunto de supuestos entre los que se destacan los epistemológicos, es decir, las presunciones sobre el conocimiento y la forma de obtenerlo. Su exposición presenta tres tipos de epistemología de investigación: positivista, interpretativa y crítica.

De la misma forma, el autor plantea algunos métodos de investigación, es decir, estrategias de indagación que se desplazan de los supuestos hasta el diseño de la investigación y la colección de datos; utilizados por los investigadores para llevar a cabo su actividad. Los describe como cuantitativos, cualitativos y de triangulación. En particular Myers se inclina por los métodos cualitativos para estudiar los SI, manifestando tácitamente que el "objeto" bajo estudio tiene que ver más con los fenómenos sociales que con los naturales. La tabla 6 resume sus ideas básicas. Bajo esta esquematización, Myers plantea por ejemplo que una investigación en SI puede clasificarse como positivista si hay evidencia de proposiciones formales, medición cuantificable de variables y prueba de hipótesis; o interpretativa si se orienta al entendimiento del contexto del sistema de información, y al proceso por el cual éste se relaciona con su entorno. Con el arreglo de supuestos epistemológicos y métodos de investigación, el autor clasifica diversas investigaciones en SI realizadas principalmente en los noventa, y ofrece recursos para el trabajo cualitativo. Sin decir que la propuesta de Myers reúne todas las posibilidades de estilos de investigación en el campo, es justo reconocer su utilidad para el entendimiento de la indagación científica en SI. Por otro lado, en lo referente a la formación en SI y particularmente a la docencia en el campo, McBride y Hackney (2003, p.3-16) ofrecen un conjunto de consideraciones y principios a tener en cuenta en la enseñanza de los conceptos y prácticas del campo. Su argumentación hace explícita la necesidad de reconocer la complejidad de SI, derivada principalmente de su propia naturaleza, como el primer paso para orientar una adecuada enseñanza.

Tabla 5. Tópicos de interés para académicos y practicantes de SI

Practicantes		
Brancheau y Wheterbe (1987)	Brancheau et al. (1996)	Hirschheim y Klein (2003)
Planeación estratégica	Infraestructura sensible de TI	Disminución del costo de la función de SI
Ventaja competitiva	Rediseño de procesos de negocios	Incremento en la velocidad de entrega de productos y servicios de SI
Aprendizaje organizacional	Sistemas distribuidos	Disponibilidad integral y transfuncional de datos
Papel y contribución de los SI	Arquitectura de información	Valor agregado demostrable
Alineamiento de los SI en la organización	Redes de comunicación	Liderazgo en la conformación de la dirección estratégica corporativa
Computación del usuario final	Desarrollo de software	
Datos como recurso corporativo	Datos como recurso	
Arquitectura de información	Recursos humanos de SI	
Investigadores		
Farhoomand (1987)	Teng y Galetta (1990)	Markus y Lee (2000)
Análisis de costo beneficio	Sistemas de soporte a la decisión	Sistemas de Información Geográficos (SIG)
Diseño de bases de datos y software	IA	Estudios de campo es SI
Administración de recursos de SI	Sistemas de administración de bases de datos	Trabajo de conocimiento
DSS, teoría de decisión	Desarrollo de sistemas	Discusión mediada por computador
Computación del usuario final	Computación del usuario final	Soporte de operaciones software
Sistemas expertos, IA	Factores humanos	Sistemas para el Soporte a la Decisión en Grupo (SSDG)
Interacción humano-computador	Telecomunicaciones	
Impacto de los SI	Evaluación de MIS	

(Adaptada y complementada de Checkland y Holwell, 1998, p.38. Traducción Libre)

A su vez, plantea un conjunto de roles para el profesor de SI otorgándoles el carácter de medios para lidiar con la complejidad de la docencia en el campo, enriquecer el conocimiento y la forma como se recrea y comparte, diferenciar la enseñanza del simple entrenamiento (un mal endémico en SI motivado por la fascinación tecnológica), e influir en el desarrollo de las formalizaciones de la enseñanza institucional como es el caso de los planes de estudio. La tabla 7 presenta algunas de las ideas principales de dichos autores. Finalmente, una imagen sobre la práctica en el campo SI, aunque limitada al contexto norteamericano; es la derivada de The Occupational Outlook Handbook (OOH), Edición 2004-05 (BLS, 2005). El OOH es la fuente de información sobre carreras profesionales de la Oficina de Estadísticas Laborales del Departamento de Trabajo de Estados Unidos (<http://www.bls.gov/home.htm>). Diseñado para proveer asistencia a quienes requieren tomar decisiones sobre su vida laboral, se ha convertido en una recodida guía que trasciende las particularidades Norteamericanas.

Revisado cada dos años, el OOH describe las ocupaciones de los profesionales, condiciones de trabajo, habilidades requeridas, salarios y prospectiva de un amplio de

ocupaciones. En el caso particular de las profesiones relacionadas a SI, el OOH contempla un informe específico titulado Computer and Information Systems Managers*. En síntesis, este documento plantea una serie de características propias de la ocupación que se resumen en la tabla 8.

Tabla 6. Epistemología y métodos de investigación para SI

<p>Métodos de investigación para SI</p>	<p>a. Cuantitativos: originalmente desarrollados en las ciencias naturales para estudiar los fenómenos naturales. Entre ellos se encuentran los métodos de encuesta, experimentos de laboratorio, métodos formales como la econometría y métodos numéricos como el modelado matemático.</p> <p>b. Cualitativos: desarrollados en las ciencias sociales para permitir a los investigadores estudiar los fenómenos sociales y culturales. Ejemplos de ellos son la investigación-acción, investigación por casos de estudio y la etnografía.</p> <p>c. De triangulación: más que un método, es una propuesta de combinar diversos métodos bajo un mismo estudio.</p>
<p>SOPORTADOS EN:</p>	
<p>Epistemología de investigación para SI</p>	<p>a. Positivista: asume que la realidad es objetivamente dada y que puede ser descrita por propiedades medibles que son independientes del observador y sus instrumentos. Los estudios positivistas generalmente intentan probar teorías para incrementar el entendimiento predecible del fenómeno.</p> <p>b. Interpretativa: asume que el acceso a la realidad (dada o socialmente construida) es sólo a través de las construcciones sociales como el lenguaje, la conciencia y los significados compartidos. Los estudios interpretativos generalmente intentan entender el fenómeno mediante los significados que las personas le asignan.</p> <p>c. Crítica: asume que la realidad social es históricamente constituida, producida y reproducida por las personas. Aunque estas puedan conscientemente actuar para cambiar sus circunstancias sociales y económicas, los investigadores críticos reconocen que su habilidad para hacerlo está constreñida por varias formas de dominación social, cultural y política. La investigación crítica se enfoca en la búsqueda de la emancipación de dichos factores de sujeción.</p>

(Derivada de Myers, 2004. Traducción Libre)

2.4. CUERPO DE CONOCIMIENTO Y ESTADO

El fruto de la interacción entre la academia y práctica de un campo es su respectivo cuerpo de conocimiento. En lo que respecta a SI, diversas propuestas se han realizado a lo largo de su corta historia, manteniéndose como constante la imposibilidad de establecer una en particular**. Esta situación respalda la catalogación de adhocracia fragmentada otorgada al campo SI por Banville y Landry (1989, p.56-57)***, y que se acepta comúnmente como una imagen disciplinar acertada. Pese a esto, el acuerdo de un cuerpo

* Para mayor detalle consultar <http://www.bls.gov/oco/ocos258.htm>

** Por ejemplo, Baskerville y Myers (2002, p.4) citando a Davis (2000), presentan cinco cuerpos de conocimiento que pueden ser identificados en la tradición de SI: Procesos de administración de SI, procesos de desarrollo de SI, conceptos de desarrollo de SI, representaciones en SI, y sistemas de aplicación

*** Una adhocracia fragmentada se caracteriza porque "... la investigación es ante todo personal y débilmente coordinada en el campo como un todo; un investigador puede ganar reputación por contribuir en una forma que es en su mayor parte específica para un grupo de colegas o una situación de investigación. El campo está mayoritariamente abierto a un público educado y sus estándares pueden ser afectados por amateurs; las barreras de entrada al campo son débiles y es bastante fácil ir de una parte a otra. Es probable que las reputaciones sean efímeras y el liderazgo es a menudo de naturaleza carismática. Los lenguajes de sentido común dominan el sistema de comunicación." (Banville y Landry, 1989, p.56) [Traducción Libre]

de conocimiento para el campo ocupa uno de los principales espacios de atención y reflexión, según lo reflejan las más recientes discusiones disciplinares*. Una de las propuestas que presenta la integración de los temas centrales del campo y los cuerpos de conocimiento que implican, es la realizada por Checkland y Holwell (1998, p.57-61). Desde su modelo del campo (figura 10), compartido aquí, dichos autores manifiestan que el núcleo disciplinar de SI es la provisión ordenada de información en las organizaciones como un aspecto importante del cambio organizacional.

Tabla 7. Principios para la enseñanza de SI

Propósitos docentes en SI	Principio
Dado que el carácter técnico del actual objeto de estudio está en constante cambio, enfocarse en las metodologías y modas vigentes no se justifica	1. Establecer una serie de marcos genéricos en la enseñanza, que puedan ser aplicados a las tecnologías cambiantes y a las prácticas de negocios.
	2. Identificar y enseñar las estructuras mínimas de SI.
	3. Extraer la generalidad de la especificidad, y comunicar principios y hábitos que puedan aplicarse a través de varias tecnologías.
	4. Explicar siempre el contexto de una técnica o práctica. Impulsar al estudiante a pensar extrínsecamente.
	5. Buscar cuestionar el uso de técnicas y teorías dadas. Desarrollar un marco propio para evaluar los argumentos asociados con nuevas técnicas y el valor de las teorías. Educar al estudiante en el pensamiento crítico. Asegurar que la industria y la práctica académica sea cuestionada y evaluada.
Rol del Profesor de SI	Principio
Profesor como teórico	6. Leer ampliamente de otras disciplinas de "referencia". Buscar exponer a los estudiantes variedad de marcos de diferentes disciplinas que pueden informar a SI.
Profesor como practicante	7. Cultivar la experiencia práctica del docente en la industria, conectándose con los practicantes y desarrollando material basado en la empresa.
Profesor como sacerdote	8. Aplicar siempre el pensamiento crítico en la selección de tópicos y fuentes
	9. Buscar interpretar la jerga del campo
Profesor como consejero	10. Buscar siempre proveer un entorno de aprendizaje donde los estudiantes logren su propio entendimiento de SI, y generen sus propios principios y prácticas
Profesor como evangelizador	11. Asegurarse de creer en los principios que enseña y transmitir dicha seguridad a los estudiantes
El Profesor de SI y el Currículo	Principio
La enseñanza informa a la investigación y a la práctica y viceversa. Este ciclo de influencia provee una importante forma de desarrollar el currículo.	12. La investigación y la práctica deben alimentar la docencia mediante casos de estudio y la aplicación de nuevas teorías.
	13. Esperar enseñar con el fin de generar ideas de investigación
	14. Expandir el rango de las redes académicas y prácticas en las que se desenvuelve el docente, como estímulo para el desarrollo e innovación del currículo.

(Extractados de McBride y Hackney, 2003, p.3-16. Traducción Libre)

* Véase por ejemplo Hirschheim y Klein (2003), Benbasat y Zmud (2003), Galliers (2003), Gorgone et al. (2003) y la serie "IS Core" introducida por Gray (2003).

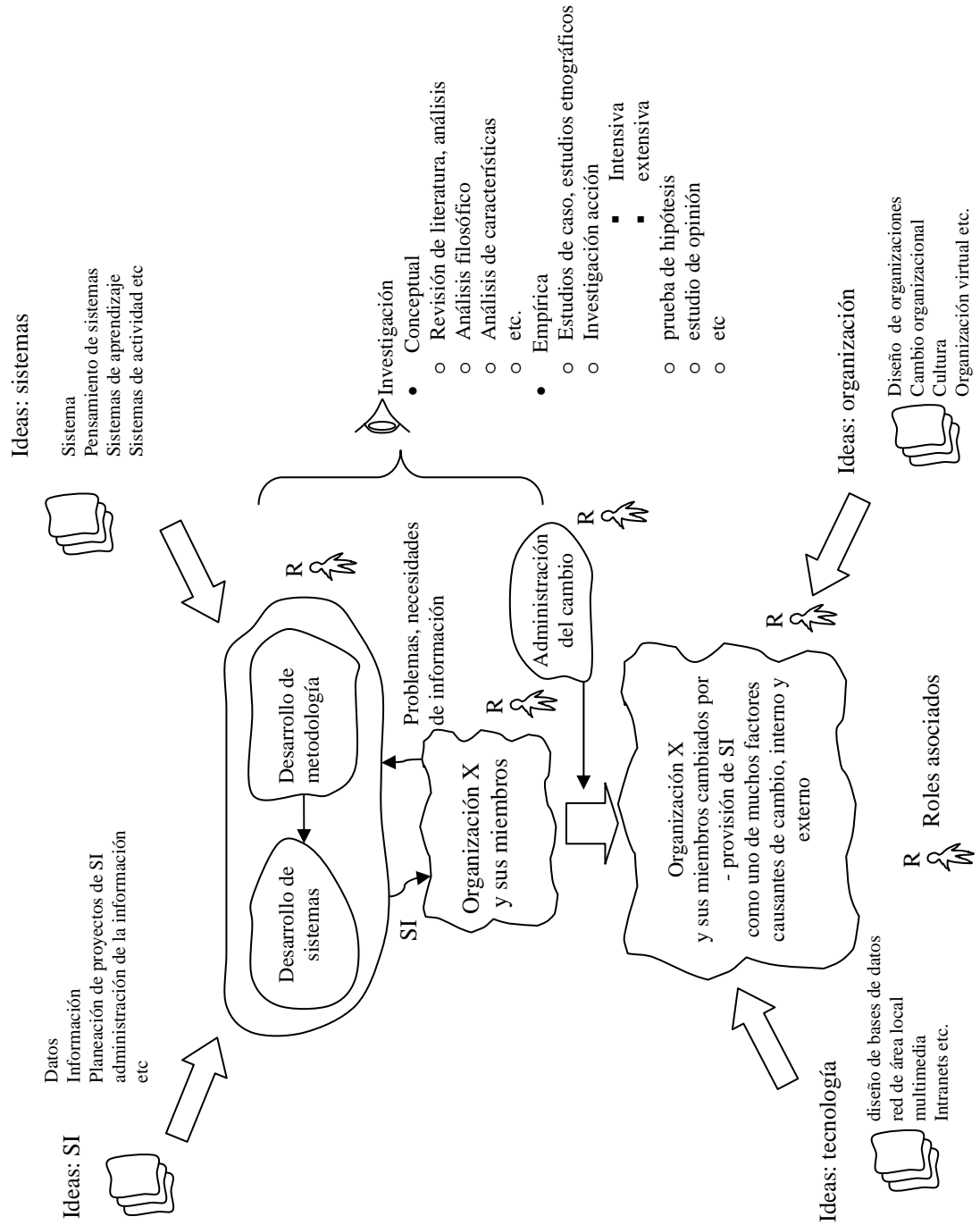
Tabla 8. La profesión Administrador de Sistemas de Información

Característica	Explicación
Naturaleza	Profesionales encargados de planear, coordinar y dirigir la investigación y diseño de actividades relacionadas con computadoras en las organizaciones. Ayudan a determinar tanto los objetivos técnicos como los de negocios en conjunto con la administración general, y a desarrollar planes detallados para alcanzarlos.
Condiciones	Su principal contexto de trabajo es la oficina. Al estar involucrados en la dirección de proyectos organizacionales, trabajan como mínimo 40 horas a la semana. De manera regular laboran tiempos extras debido a la obligación del cumplimiento de cronogramas o a la atención de situaciones inesperadas, y por tanto son competentes en el trabajo bajo presión.
Empleo	En el 2002, se determinaron cerca de 284.000 vacantes donde 2 de 5 de se encontraban en industrias proveedoras de servicios. La orientación principal del trabajo es hacia el diseño de sistemas computacionales y sus servicios relacionados.
Habilidades	a) Técnicas: software y redes; b) De negocios: toma de decisiones, administración de procesos, manejo de personal y determinación de necesidades de clientes; c) Interpersonales: comunicación, liderazgo, trabajo en equipo.
Perspectiva	El empleo en la ocupación se espera que crezca mucho más rápido que el promedio de profesiones tomando como referente el 2012. Los avances tecnológicos y su aplicación en la mejora de las organizaciones demandaran administradores de SI.
Salarios	En el 2002, el salario medio anual para estos profesionales fue de US\$ 85.240. Para el 2003, el salario promedio inicial para el profesional oscilaba entre US\$82.750 a US\$ 151,500 al año. Profesionales como grados de maestría en negocios poseen en promedio mejores salarios.

(Basado en BLS, 2004. Traducción Libre)

Aceptar lo anterior, es reconocer que las organizaciones no son estáticas sino que se hayan en continuo cambio, en respuesta a las circunstancias cambiantes tanto internas como externas. Las personas en las organizaciones tratarán de asegurarse que los problemas sean percibidos, definidos y enfrentados conscientemente, lo que conlleva a la creación de sistemas organizados de aprovisionamiento información. De acuerdo a Checkland y Holwell, el proceso de cambio organizacional debe ser administrado en lugar de que simplemente se deje suceder. Estos son los elementos en el centro del modelo (figura 10), y cada uno puede estar asociado a un rol particular, tal como administrador de la organización, administrador de la información, diseñador de sistemas, consultor, etc. Nótese que estos son roles, no individuos. Una persona puede ocupar, total o parcialmente, uno o varios roles. Según la propuesta, se asume que la actividad de cambio organizacional en principio será capaz de ser sustentada por cuatro cuerpos principales de conocimiento, representados por cuatro corrientes de pensamiento y actividad. La corriente "Sistemas de Información" es aquella que se refiere a ideas fundamentales de datos, información y conocimiento, así como a la metodología para la planeación de SI, y el desarrollo y administración de la información como recurso en las organizaciones. La corriente "Sistemas", comprende el cuerpo del pensamiento basado en sistemas que emergió con la TGS en los años 50, y que es importante para cualquier fenómeno que pueda ser considerado como un todo complejo. Según Checkland y Holwell (1998), la relevancia de este pensamiento en el trabajo en SI es aún ceremonial y debe potenciarse su unión. La corriente "Tecnología", se refiere al cuerpo de conocimiento y al trabajo que se enfoca a la TI misma y su desarrollo. Esta es importante debido a que los medios (los cómo) que implica, pueden cambiar las ideas sobre los fines (los qué) en una organización. Finalmente, la corriente "Organización" se refiere a la comprensión de las organizaciones, su significado como contexto de trabajo en SI, el comportamiento organizacional, y el comportamiento de las personas en las organizaciones.

Figura 10. El Campo SI: un modelo pragmático de aspectos relevantes para describirlo e investigar en él



(Basada de Checkland y Holwell, 1998, p.58, Traducción libre)

También está incluido en la figura 10 un conjunto de conceptos que permiten investigar sobre SI. La división principal se encuentra en lo conceptual/empírico. El trabajo conceptual puede incluir la construcción de un argumento sobre el campo, o la proporción de una descripción / interpretación del mismo esencialmente desde la perspectiva del investigador. El trabajo empírico, que se basa en la recolección de evidencia concerniente a los SI, puede incluir: la conducción de un estudio con el fin de capturar la perspectiva y las opiniones de los usuarios, la realización de experimentos de prueba de hipótesis (ya sea conducida en una situación creada artificialmente en un laboratorio o en el contexto organizacional mismo), o la realización de investigación acción colaborativa, bien sea dentro de una organización ("intensiva") o con un grupo de organizaciones ("extensiva"). No obstante la anterior propuesta, lograr un consenso en la organización del conocimiento de SI requiere tener en cuenta dos situaciones que presenta el campo y que son representativas de su estado, ya sea que se desee asumir una actitud activa para su mejora, o una inactiva que espere su alivio "natural" con el devenir disciplinar. SI presenta actualmente dos tipos de desconexiones: una entre el mundo de la academia y el de los negocios (externa) y otra entre sus propios miembros (Interna) (Hirschheim y Klein, 2003, p.247-261).

La desconexión interna se debe a la carencia de un discurso disciplinar compartido entre los miembros del campo, y a la aparente falta de motivación por generarlo. Esto no implica promover la unificación de visiones en un paradigma, sino la necesidad de un lenguaje común donde diferentes enfoques, intereses y hallazgos investigativos puedan ser entendidos y aprovechados por la comunidad intelectual de SI en primera instancia, y posteriormente por el colectivo científico en general. La desconexión externa por otro lado, recalca que los investigadores y practicantes del campo no comparten las percepciones y expectativas de los administradores y propietarios de las organizaciones, afectando significativamente la relevancia de SI. La solución, como plantean Hirschheim y Klein (2003, p.260), "no puede ser más programación en java o habilidades en software ERP, sino un enfoque en los problemas y expectativas administrativas" [Traducción Libre]. La existencia de estas desconexiones en el caso colombiano es igualmente evidente. En el foro académico-empresarial llevado a cabo en el 2003 por la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS) sobre el perfil de la profesión frente al reto del negocio (ACIS, 2003, p.28-55), se hizo explícita la dificultad para responder acordadamente el cuestionamiento sobre el objeto de estudio y el respectivo enfoque de formación para la Ingeniería de Sistemas, siendo esta el contexto académico y profesional de los SI en Colombia. Igualmente, de parte de los representantes empresariales, se manifestó preocupación porque el profesional informático está más interesado en su problema técnico que en los asuntos administrativos y organizacionales. Queda entonces en manos de los académicos y practicantes de SI colombianos el compromiso de una continua reflexión disciplinar, si se quiere que en nuestro país el campo de estudio logre consolidarse como un espacio para la generación de soluciones a los problemas nacionales, y deje de ser un "mercado" tecnológico fomentado desde las universidades donde la única opción es el consumo irreflexivo de productos y conocimientos de los "países desarrollados".

3. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Tras haber presentado en el capítulo anterior el significado del término SI como disciplina, es tiempo de emprender la exploración de su acepción complementaria, es decir, SI como objeto de estudio. Para hacerlo, se ha tomado como punto de partida el entendimiento de sus fundamentos conceptuales, a saber, Sistema, Organización, Administración e Información. Tales nociones se derivan de una amplia gama de campos del saber, consecuencia de la multiplicidad de disciplinas que se asumen como contribuyes para SI (Ver tabla 3). Asimismo, cada uno de los fundamentos posee múltiples significados, consecuencia de la continua reflexión y diversidad de posturas existentes sobre ellos. Lo anterior implica una nueva lección para el trabajo en SI: Entender sus fundamentos no consiste en realizar una declaración apresurada de definiciones, por el contrario, conlleva mantener una constante reflexión crítica sobre ellos. Bajo esta idea, el capítulo que inicia tiene como propósito acercar al lector(a) a la diversidad de significado implícita en cada una de las cuatro bases para el estudio de los SI. La estrategia a seguir, consiste en utilizar el recurso paradigma^{*} como medio de organización, comprensión y cohesión de tal diversidad. Como se verá, diferentes paradigmas conllevan diferentes configuraciones razonables de significados de sistema, organización, administración e información. Así las cosas, se tomará prestado el despliegue sobre el pensamiento sistémico planteado por el Profesor Hernán López Garay en Andrade et al. (2001), como fuente de cuatro paradigmas relacionados: El cibernético, el perspectivista, el constructivista y el holista fenomenológico. Es necesario entonces, antes de emprender el desarrollo de cada uno de ellos, comenzar el capítulo explicando en qué consiste el pensamiento sistémico y por qué a través suyo los diferentes fundamentos conceptuales para SI pueden ser interpretados.

3.1. PENSAMIENTO SISTÉMICO

¿Qué es el pensamiento sistémico? Siguiendo lo planteado en Andrade et al. (2001, p. 44), podría definirse como un tipo particular de pensamiento humano, que se caracteriza por permitir que los fenómenos objeto de pensamiento (v. gr. el clima, el cuerpo humano, un proceso industrial, una huelga laboral) se manifiesten en toda su diversidad y complejidad, pero al mismo tiempo por buscar un hilo conductor que le dé unidad a lo así manifestado. Esta búsqueda de unidad en la diversidad (afán holista^{***}), se convierte

^{*} Estos conceptos se toman como básicos sobre dos supuestos: a) Son los presentados generalmente como fundamentales en los textos introductorios de mayor comercialización sobre SI para estudiantes de nivel universitario y b) Son los lógicamente derivables bajo la perspectiva tradicional que sitúa los SI como un tipo particular de *sistema*, encargado de proporcionar *información* a la *administración* para el logro de objetivos de la *organización*.

^{**} Un paradigma es "una estructura conceptual, de creencias metodológicas y teóricas entrelazadas que *abre el campo de visión* de una comunidad científica específica, a la vez que la constituye como tal." (Andrade et al., 2001, p. 46). "Típicamente, un paradigma está constituido por los supuestos sobre el conocimiento y cómo se adquiere, y sobre el mundo físico y social" (Hirschheim y Klein, 1989, p.1201. Traducción libre).

^{***} El término holista proviene de la palabra griega *holón*, que significa unidad, totalidad, todo. La palabra holón es usada dentro del pensamiento sistémico como equiparable al término sistema. Para una explicación más detallada al respecto, se recomienda consultar Checkland y Scholes (1994, p. 36-40).

entonces en un camino para entender los diversos fenómenos del mundo y guiar adecuadamente la acción humana sobre ellos^{*}. Es generalizada la idea que sitúa el surgimiento del pensamiento sistémico en los años cincuenta, con la propuesta que el biólogo von Bertalanffy hiciera a la comunidad científica para adoptar un nuevo paradigma de la ciencia. Bertalanffy, como portavoz de un movimiento intelectual emergente de la época, sugirió una profunda reorientación científica que, vista de manera retrospectiva por López Garay en Andrade et al. (2001, p. 53-54), se sustentaba en el siguiente conjunto de ideas centrales:

- La complejidad de los fenómenos del mundo no puede explicarse totalmente con la concepción mecanicista propia de la ciencia clásica y en particular de la Física^{**}. La visión mecanicista es sólo uno de varios modelos de la realidad que trata tan solo con algunos de sus aspectos. La ciencia debe abrirse hacia la idea de que la realidad no puede ser monopolizada por una perspectiva.
- La fragmentación del conocimiento humano en múltiples disciplinas inconexas ha llevado a la ciencia a un proceso de disgregación que debe ser atendido. Es necesario centrar los esfuerzos en un proyecto de integración de las disciplinas mediante la construcción conjunta de una Teoría General de Sistemas (TGS). La TGS será el punto de referencia común para que la empresa científica pueda desarrollarse ordenadamente^{***}.
- El mejoramiento de la condición humana requiere el desarrollo de un pensamiento más apto para afrontar los complejos problemas de la humanidad. Es necesaria una visión que pueda lidiar con dichas dificultades en su totalidad y no de manera aislada, teniendo como cuestiones fundamentales el sentido de la vida (lo que se entiende por una vida buena, significativa) y cómo es posible alcanzarlo.

La propuesta de Bertalanffy fue entonces gradualmente acogida, interpretada y complementada de diversas formas por representantes de variados campos del saber, gestándose así un movimiento intelectual que hoy en día permanece vigente bajo el

^{*} Como se verá al desarrollar los paradigmas planteados, un punto esencial en su diferenciación radica en cómo se entiende, expresa y aplica dicho afán holista.

^{**} En Checkland (2000), puede consultarse una detallada explicación de los supuestos de la concepción mecanicista del mundo, a saber, reduccionismo, análisis, determinismo y objetividad; así como un planteamiento sobre cómo la ciencia llegó a tomarlos en conjunto como el modelo dominante que explicaba la realidad y guiaba su entendimiento e intervención. Igualmente en dicha referencia, se presentan diversos fenómenos que la concepción mecanicista no pudo explicar satisfactoriamente y que se constituyeron en la base de su cuestionamiento.

^{***} Para Bertalanffy, según lo planteado en Andrade et al. (2001, p. 54), esto implicaba "... hallar las estructuras generales que están en la base del comportamiento de diversos fenómenos en diversos campos y entonces, intentar destilar una especie de estructura o modelo general del sistema, que pueda servir de espacio conceptual de encuentro donde las variadas disciplinas compartan sus diferentes perspectivas... La integración se daría alrededor de leyes generales de los sistemas, leyes aplicables a cualquier tipo de sistema (biológico, psicológico, social, natural, etc.). Las aplicaciones de estas leyes para el mejoramiento de la condición humana, era un objetivo primordial de la investigación sistémica."

nombre Movimiento de Sistemas^{*}. Justamente, su evolución es la que puede describirse a través del devenir de los paradigmas cibernético, perspectivista, constructivista y holista fenomenológico. Cada uno de ellos, comprende una configuración propia de supuestos sobre la naturaleza de la realidad (supuestos ontológicos) y cómo conocerla (supuestos epistemológicos), mediante los cuales cualquier fenómeno del mundo puede entenderse, entre ellos claro está, los que resultan de interés en este capítulo: sistema, organización, administración e información. Un afán holista sobre este conjunto de ideas que aporte al estudio y práctica en SI, será por tanto el que se desplegará a continuación.

Una nota aclaratoria antes de proceder. La descripción de la evolución del pensamiento sistémico mediante los diferentes paradigmas no debe entenderse bajo una concepción de secuencia causal de eventos en el tiempo. Es decir, no pretende explicarse el desarrollo de este tipo de pensamiento como un flujo temporal lineal, donde un paradigma es anterior o posterior a otro de manera excluyente. Por el contrario, siguiendo la explicación de López Garay, la evolución del pensamiento sistémico se ve mejor representada bajo la metáfora geológica, donde las diferentes capas tectónicas (paradigmas) continuamente "... se desplazan abriendo espacios para que surjan nuevos pensamientos o para que las capas viejas puedan volver a irrumpir en un primer plano... Dar cuenta del devenir del pensamiento [en general, y el sistémico en particular] es pues describir o narrar un orden de superposiciones estratigráficas." Andrade et al. (2001, p. 38).

3.2. EL PARADIGMA CIBERNÉTICO

La configuración de supuestos ontológicos y epistemológicos que acarrear los paradigmas, conlleva a la creación de imágenes explicativas de la realidad. Para el caso del cibernético, como se expone en López Garay (2003), la imagen correspondiente resulta ser una mezcla entre las metáforas del organismo y la máquina, es decir, una máquina organísmica. Gracias a la influencia en diversos campos del conocimiento de los trabajos de Bertalanffy y posteriormente de Norbert Wiener y Claude E. Shannon, padres de la Cibernética y la Teoría de la Comunicación respectivamente, esta imagen llegó a convertirse en la predominante en los años sesenta y setenta. De esta manera, se asumió que la realidad existía independiente del observador (ontología realista) y que su estudio podía abordarse manipulando la interacción de sus variables superficiales (epistemología positivista) y/o descubriendo y modelando sus estructuras interiores básicas (epistemología estructuralista). Derivado de lo anterior, interpretaciones particulares sobre diferentes aspectos de la realidad se crearon, entre ellas las correspondientes a los fundamentos para SI que se sintetizan en la tabla 9.

^{*} Movimiento con múltiples corrientes cuyo principal órgano articulador es la Sociedad Internacional para las Ciencias de los Sistemas (<http://www.iss.org>). Algunos informes sobre la forma y evolución de éste movimiento se pueden encontrar en Checkland (2000), Jackson (2000), y Andrade et. al (2001). En Colombia, es posible identificar grupos de investigación universitarios que manifiestan su adhesión al movimiento sistémico. Entre ellos se encuentran el Grupo STI (<http://www.gruposti.org>) y el Grupo Simon de la Universidad Industrial de Santander y el Grupo Delfos de la Universidad de los Andes.

Tabla 9. Los fundamentos para SI desde el paradigma cibernético.

PARADIGMA CIBERNÉTICO	
Ontología realista - Epistemología positivista y estructuralista	
Fundamento para SI	Significado
Sistema	Parte de la realidad asumida como totalidad de elementos que posee cuatro características básicas: <u>emergencia, jerarquía, comunicación y control.</u>
Organización	Sistema sociotécnico cuyos elementos se combinan en una estructura adecuada para el alcance eficiente y racional de los objetivos establecidos para un ambiente dado.
Administración	Proceso racional de toma de decisiones, que conlleva a soluciones que <u>satisfacen de manera suficiente más que óptima los problemas organizacionales.</u>
Información	Concepto con tres acepciones relacionadas: Probabilidad de ocurrencia de una señal, grado de orden de elementos y organización significativa de datos.

3.2.1. Sistema como máquina orgánica

Para el paradigma cibernético, la noción de sistema corresponde a una máquina orgánica. Esto significa, según Checkland y Scholes (2004), la idea de una totalidad de elementos conectados entre sí bajo una organización jerárquica, que posee propiedades emergentes (propiedades que los elementos relacionados poseen en conjunto y no por separado) así como procesos de comunicación y control, que le permiten adaptarse a las variaciones del ambiente en el cual se encuentra inmersa y donde cumple una función particular. En esta línea de ideas, es posible identificar diferentes sistemas que existen en la realidad: Seres vivos, países, la Tierra, aeronaves, empresas, computadoras, misiles, robots, familias, etc. Así, como explica Checkland (1999), la palabra sistema se usa como el rótulo para cosas presentes en el mundo, siendo este a su vez, un conjunto de sistemas en interacción. Complementariamente, el paradigma cibernético plantea que los sistemas poseen estructuras básicas (v. gr. lazos de realimentación positiva y negativa) y están sujetos a leyes (v. gr. ley de la variedad requerida), que se deben develar y tener en cuenta para su adecuado entendimiento, diseño, construcción y mejora.

3.2.2. Organización como sistema sociotécnico

De acuerdo a la visión cibernética, las organizaciones son vistas y diseñadas como sistemas sociotécnicos. Esto significa, que poseen el carácter de máquinas orgánicas cuyos elementos: actividades, personas y recursos; se combinan en una estructura adecuada para el alcance eficiente y racional de los objetivos establecidos para un ambiente dado (Checkland y Holwell, 1998). Así, un hospital, una universidad y una entidad financiera son en esencia sistemas sociotécnicos, diferenciándose tanto en la función que desempeñan en su ambiente como en la estructura que poseen. Bajo el lente cibernético, se supone que los objetivos no son alcanzables por los individuos de manera separada, sino por el trabajo conjunto (Checkland y Holwell, 1998). Complementariamente, los fines organizacionales se consideran como dados, "invariables en el tiempo e interpretables de igual manera por cualquier observador o actor de la organización" (Fuenmayor, 2001). Esto conlleva a una concepción absolutista sobre la

racionalidad (coherencia con los objetivos) y la eficiencia (uso económico de los elementos organizacionales, incluyendo las personas). De igual manera, la organización como sistema sociotécnico, trae consigo el supuesto de un orden jerárquico representado en diferentes niveles de actividades para el logro de los objetivos preestablecidos y por tanto, diversos tipos de roles y actores organizacionales. La propuesta cibernética de la organización desde su aparición y establecimiento en los años sesenta, ha influido poderosamente en el desarrollo industrial de occidente. Su predominio es tal que para muchas personas resulta axiomático pensar, diseñar, dirigir, trabajar e interactuar con sistemas sociotécnicos (Morgan, 1996). No obstante, como plantea Checkland (1999), esta forma de entender las organizaciones y su correspondiente manera de administrarlas, requiere de profundos aportes para el enfrentamiento de la complejidad de problemáticas del nuevo siglo.

3.2.3. Administración como toma de decisiones

¿Qué significa administrar con un enfoque cibernético? En primer lugar, representa una tarea ejercida por algunos de los roles que conforman la estructura organizacional, a saber, los administradores. Adicionalmente, sobre la base de los influyentes aportes de Herbert Simon, el carácter de la tarea se centra en contribuir al logro de los objetivos mediante una racional toma de decisiones, que conlleve a soluciones que satisfagan de manera suficiente más que óptima los problemas organizacionales (Checkland, 1999). Como se argumenta en Fuenmayor (2001), la variedad de elementos de la organización así como las diferentes formas de organizarlos y emplearlos, conducen a diversos modos organizativos que podrán cumplir mejor o peor un cierto objetivo con mayor o menor costo. La administración por tanto, consiste en la toma de decisiones guiada por aquel conocimiento sobre las posibilidades en materia de modos organizativos, conllevando esto último al establecimiento de distintos niveles y enfoques de administración en correspondencia a la diversidad de modos*. Así las cosas, el problema fundamental para la administración de las organizaciones desde la perspectiva cibernética, se reduce a buscar y decidir el modo de organización de medios más eficiente para cumplir el objetivo formal.

3.2.4. Información como probabilidad, grado de orden y organización de datos

A diferencia de los anteriores conceptos, la idea de información en el contexto cibernético posee tres acepciones relacionadas. Un primer significado, derivado de la Teoría de la Información**, la define como "el promedio de números dígitos binarios que deben ser

* En lo que respecta a los niveles administrativos, Checkland (1999) destaca la influencia que aún mantiene el modelo de tres capas propuesto por Anthony (1965) en los años sesenta: Planeación estratégica, control administrativo y control operacional. Por otro lado, Jackson (2000) explica diferentes enfoques administrativos representativos del paradigma cibernético. Entre ellos se cuentan la Investigación de Operaciones y el Análisis de Sistemas (epistemología positivista) y la Dinámica de Sistemas y la Cibernética Organizacional (epistemología estructuralista).

** La Teoría de la Información, propuesta por Shannon a mediados del siglo XX, tiene un objetivo explícitamente instrumental: "... lograr la máxima economía de tiempo, energía y dinero en el diseño de señales y canales técnicos de transmisión... [Así, la teoría de la información] se interesa por el funcionamiento de las *señales*, es decir, de las

transmitidos para identificar un mensaje dado, a partir de todas las posibilidades de mensajes a las cuales pertenece" (Davis y Olson, 1987). Así, la cantidad de información (H, tamaño del código en bits) se puede generalizar con la siguiente fórmula matemática: $H = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$ donde n es el número total de posibles mensajes y p_i es la probabilidad de ocurrencia del mensaje i-ésimo. Relacionada con la anterior definición, un sentido alterno considera a la información como una medida del grado de orden de una configuración de elementos, en contraposición a la entropía*. La razón para dicha conexión, es que la fórmula matemática usada para cuantificar la entropía corresponde a la presentada previamente para la cantidad de información H pero con signo positivo. Así, como menciona Abril (1997), Shannon y otros autores pusieron de manifiesto que la información "sería una entropía negativa (negentropía); el mensaje, en el conocimiento que nos da de la posición relativa de los elementos, aparece en oposición al desorden espontáneo del universo de los signos...". La idea de orden, conlleva a la tercera acepción de la información, a saber, "Datos a los que se les ha dado una forma [un orden] que tiene sentido y es útil para los humanos" (Laudon y Laudon, 2004) (mensaje). Los datos, según Davis y Olson (1987), son grupos de símbolos no aleatorios que representan cantidades, acciones, objetos o cualquier suceso ocurrido. De las tres definiciones mencionadas, es claro que esta última resulta la más común e intuitiva. No obstante, resulta importante notar la relación implícita que existe con sus versiones alternas.

3.3. EL PARADIGMA PERSPECTIVISTA

Para el paradigma perspectivista, la realidad se asume compleja por naturaleza, socialmente construida y producto de la continua interacción entre personas (ontología interpretativa) (Hirschheim y Klein, 1989). Por consiguiente, se descarta su independencia del observador y se acoge la idea de la influencia del punto de vista de quién la estudia. Para el perspectivismo, como lo aclara Lopez Garay en Andrade et al. (2001), ninguna perspectiva agota la riqueza de la realidad o distorsiona la naturaleza de los objetos. Cada punto de vista abre un aspecto de la realidad y ofrece una visión unitaria, más no global, de la misma. En esta línea de ideas, no se pretende capturar en modelos simplificados un supuesto orden subyacente regido por leyes objetivas, por el contrario, se busca entender la realidad mediante procesos interpretativos de atribución de sentido (epistemología antipositivista). De acuerdo a lo anterior, resulta comprensible una postura diferente a la cibernética para los fundamentos de SI. Esta se resume en la tabla 10 y se detalla a continuación.

transformaciones energéticas mediante las que se ha codificado un mensaje y que han de ser ulteriormente descodificadas, y no por los *signos*, que son relaciones culturales entre expresiones convencionalizadas (*significantes*) y representaciones conceptuales (*significados*)" (Abril, 1997).

* La entropía, noción que procede de la mecánica estadística y más concretamente de las teorías de la termodinámica como menciona Abril (1997), se refiere a la cantidad física mensurable del grado de desorden que se da en la combinación entre elementos dispares dentro de un sistema cerrado. Un aumento de entropía, representa el cambio de estados más ordenados u organizados a estados menos ordenados y desorganizados (Johansen, 1997).

Tabla 10. Los fundamentos para SI desde el paradigma perspectivista.

PARADIGMA PERSPECTIVISTA Ontología interpretativa - Epistemología antipositivista	
Fundamento para SI	Significado
Sistema	Concepto de totalidad de elementos que posee cuatro características básicas: emergencia, jerarquía, comunicación y control.
Organización	Unidad social en continua transformación, involucrada en alguna acción colectiva.
Administración	Previsión, alcance o mantenimiento de relaciones de mayor aceptabilidad para los interesados y/o en la modificación o evasión de aquellas que no lo son, mediante la continua formulación, ejecución y evaluación de cursos de acción.
Información	Datos sometidos al proceso humano de atribución de significado en un contexto cognitivo, espacial y temporal particular.

3.3.1. Sistema como construcción conceptual

Desde la mirada perspectivista, la palabra sistema mantiene en parte su significado cibernético, es decir, se sigue considerando una totalidad de elementos que posee cuatro características básicas: emergencia, jerarquía, comunicación y control. No obstante, un sistema no se asume como una parte o cosa del mundo, por el contrario, se concibe como un concepto creado por las personas (constructo) para ayudar a explicar la realidad (Andrade et al., 2001). De esta manera, el mundo no se plantea como un conjunto de sistemas en interacción (familias, empresas, seres vivos, máquinas), lo cual sería una visión muy restringida de su riqueza implícita, sino como un fenómeno complejo en continuo cambio cuya explicación puede verse orientada haciendo uso del pensamiento basado en sistemas. Así las cosas, resulta diferente asumir que el mundo es sistémico (compuesto de sistemas) a creer que la compleja realidad puede explorarse sistémicamente (haciendo uso del concepto sistema) (Checkland, 1999). Ahora bien, dado que los sistemas no son objetos independientes del observador sino conceptos creados por las personas, resulta consecuente su carácter subjetivo. Por tanto, dicha exploración sistémica parte de hacer explícita la perspectiva desde la cual se percibe y se somete a estudio el aspecto de la realidad que resulta de interés. Por ejemplo, estudiar una situación de invasión militar de un país a otro puede verse enriquecida empleando el concepto de sistema. No obstante, las reflexiones variarán dependiendo si se asume dicho proceso como una actividad de defensa legítima ante una amenaza terrorista potencial, o como una actividad fachada para garantizar el dominio político y el acceso a recursos naturales críticos para el invasor.

3.3.2. Organización como fenómeno social

Como se explica en Checkland y Holwell (1998), para el perspectivismo una organización se entiende como una unidad social en continua transformación, involucrada en alguna acción colectiva. Esta acción se basa en la interacción entre personas, que conlleva a la declaración de propósitos en constante discusión y acuerdo, procesos sociales y técnicos para llevarlos a cabo, criterios por los cuales se sabrá si se realizan o no, definición y

redefinición de roles organizacionales, expectativas de comportamiento para cada uno de ellos llamadas normas y valores por los cuales tales comportamientos se juzgan como "buenos" o "malos". El carácter de unidad social de una organización, conlleva a que muchas personas, miembros y no miembros por igual, están dispuestos a tratarla como si tuviera una conciencia unitaria y concebirla con la capacidad de hacer cosas como obtener recursos, hacer planes, tratar de implementarlos, cambiar su mentalidad, etc. aunque no haya de hecho una única "mente corporativa" para cambiar. Ser miembro de una organización implica tener una relación contractual con ella, sin importar que haya un contrato legal de empleo o uno más complejo como el psicológico, o ambos. Esto incluye a quienes no comparten las prácticas sociales de una organización pero no desisten de pertenecer a ella. Asumir que las organizaciones son fenómenos complejos principalmente por la interacción de personas, requiere entender las situaciones culturales, políticas y hasta psicológicas que en ellas se presentan, así como los aspectos técnicos u operacionales relacionados con su actividad. En síntesis, implica una idea mucho más rica, profunda y flexible que la de sistema sociotécnico que logra objetivos predefinidos. Nótese por tanto, como el concepto cibernético de Organización puede comprenderse más no igualarse con el perspectivista.

3.3.3. Administración como manejo de relaciones

Relacionado con el anterior concepto de Organización, la noción perspectivista de Administración, como se argumenta en González (2003), parte del supuesto que la realidad organizacional y la social en general, puede entenderse como un flujo continuo en el tiempo de eventos o sucesos y de las ideas sobre ellos. Cuando las personas perciben, reflexionan y crean criterio (juicio, discernimiento) sobre los eventos enriquecen el flujo de ideas y al actuar sobre tal base enriquecen el flujo de sucesos. Los criterios se fundan en el manejo de relaciones entre individuos y grupos (miembros y no miembros) con sus propias versiones cambiantes sobre lo que fue, es y desearía fuera la organización (estándares de realidad) y sobre lo que es bueno o malo, lo importante o no importante, lo relevante o no relevante, lo aceptable o no aceptable (estándares de valor). La fuente de los estándares es la misma historia organizacional, lo cual lleva a la posibilidad que al cambiar sus estándares presentes la organización puede modificar su futuro. La administración entonces, consiste en la previsión, alcance o mantenimiento de relaciones de mayor aceptabilidad para los interesados y/o en la modificación o evasión de aquellas que no lo son, mediante la continua formulación, ejecución y evaluación de cursos de acción. El consenso se convierte entonces en el medio adecuado para lograr el acuerdo en la organización, no obstante, libre de aspectos coercitivos individuales y grupales que obstaculicen la aspiración de aceptabilidad entre los involucrados. La administración debe entonces propender por el consenso libre. Desde esta perspectiva, cualquier individuo en una organización puede concebirse como un administrador, diferenciándose de aquellos que reciben como rol organizacional tal denominación, principalmente por la responsabilidad de pensamiento y acción asumida u otorgada. Nótese igualmente que la idea cibernética de administración como toma de decisiones para el logro de objetivos, puede verse como un caso particular en la propuesta aquí planteada.

3.3.4. Información como atribución de significado

El concepto perspectivista de Información posee como fundamento el proceso humano de atribución de sentido. De acuerdo a Checkland y Holwell (1998), gracias a su marco apreciativo las personas seleccionan de la multiplicidad de hechos (datos, del latín dare que significa dar) que se presentan en el mundo solo algunos que resultan de interés particular (capta, del latín capere que significa tomar). Habiendo hecho esto, los seres humanos los enriquecen, los relacionan con otras cosas, los ubican en un contexto, los ven como parte de un gran conjunto y les atribuyen significado. La atribución de significado en un contexto cognitivo, espacial y temporal convierte los capta en algo diferente, les da forma. La palabra apropiada será entonces "información" (del latín "in formare" que significa "dar forma"). Este proceso de transformar datos en información, tanto individual como colectivamente, puede por sí mismo conducir a estructuras más grandes y perdurables de información relacionada, para lo cual se necesita otra palabra. Se emplea "Conocimiento" para referirse a aquellas estructuras de información, que tienen mayor longevidad que muchos otros ítems de información que resultan transitoriamente significativos y relevantes.

Reiterando lo planteado en Checkland y Holwell (1998), la característica más importante del planteamiento del proceso de datos, capta, información y conocimiento, es que el hecho de crear información es un acto humano, no uno técnico que una máquina pueda realizar. Es el humano quien puede atribuir significado al dato seleccionado que ha sido resaltado por atención, en un contexto que bien puede ser compartido por muchas personas como también ser único para un individuo. En concordancia con lo anterior, Abril (1997) argumenta la necesaria separación entre el concepto estadístico-probabilístico de información (cibernético) y el concepto cognitivo-semántico (perspectivista), ya que los problemas de significado y del sentido son inasequibles al cálculo informacional propiamente dicho. No obstante, retomando las definiciones del paradigma cibernético, pareciera que la alternativa de información como organización de datos es muy similar a la propuesta perspectivista. En efecto, existe una similitud superflua que se desvanece al reconocer el alejamiento respecto a los supuestos perspectivistas. De acuerdo a Abril (1997), el concepto cibernético de mensaje es demasiado objetivista, cosificador y atomista al dar a entender que en los procesos comunicativos se intercambia alguna "cosa" que puede aislarse como unidad dotada por sí misma de sentido con independencia de las interpretaciones de los sujetos y de la trama de relaciones socioculturales. Para el perspectivismo tal idea resulta inaceptable, ya que la información lo es no por sí misma sino por los procesos subjetivos e intersubjetivos de atribución de significado que se enmarcan en contextos socioculturales particulares.

3.4. EL PARADIGMA CONSTRUCTIVISTA

El paradigma constructivista asume que el observador participa activamente en la construcción de su realidad. Por ende, cualquier conocimiento sobre ella esta inevitablemente ligado a las configuraciones mentales de cada persona. No es posible entonces hablar de una verdad objetiva e independiente del observador, ya que la

realidad no existe mas allá del "mapa" construido por cada quién. Como menciona López Garay en Andrade et al. (2001), estos supuestos guardan relación con los planteamientos realizados por los científicos chilenos Humberto Maturana y Francisco Varela en su teoría biológica del conocimiento, denominada teoría de los sistemas autopoieticos (sistemas que se autoconstruyen) (Maturana y Varela, 1984).

De acuerdo a Maturana (1997), el ser humano al reflexionar sobre su experiencia como observador descubre que todo lo que hace como tal sólo le ocurre. Cualquier experiencia se vive como viniendo de ninguna parte. Esta situación de existencia primaria es denominada la praxis de vivir. Cualquier explicación o descripción sobre dicha experiencia es secundaria, aún cuando también ocurre en ella; y resulta de distinciones que los humanos hacen en el lenguaje. Por tanto, ninguna explicación o descripción reemplaza la praxis del vivir del observador, empero, la modifica tras aceptarla. Esta aceptación depende de la satisfacción de un criterio implícito o explícito que aplica el observador a la reformulación de su praxis del vivir, derivada del intento de explicación realizado por otro ser humano o por sí mismo. Así, cada criterio para aceptar reformulaciones define un dominio de explicaciones diferente aunque relacionado y por ende distintos dominios de realidad legítimos como dominios de existencia (el multiverso, en contraste al universo del enfoque objetivista).

Ligado a lo anterior, Maturana plantea que el ser humano es ante todo un sistema vivo y por tanto sus habilidades cognitivas como observador son fenómenos biológicos que se alteran cuando su biología se altera. De esta manera, si dichas habilidades quieren ser explicadas debe hacerse mostrando cómo ellas surgen como fenómenos biológicos. A su vez, resulta necesario aceptar como características constitutivas del observador todas aquellas de los sistemas vivientes, particularmente la incapacidad de distinguir entre percepción e ilusión*. Así las cosas, Maturana concluye que el observador no tiene fundamento operacional para argumentar la existencia de entidades o relaciones independientes, es decir, un dominio de realidad objetiva. Por el contrario, es el observador el generador de toda realidad mediante sus operaciones de distinción en la praxis del vivir en el lenguaje (ontología nominalista). En este contexto, la validez de la realidad se encuentra en la confrontación de las experiencias con otros y en la coordinación de explicaciones entre interlocutores que se logre como reformulaciones de sus respectivas praxis del vivir (Epistemología antipositivista). Lo anterior, implica una base de aceptación mutua (emoción o fenómeno biológico llamado Amor por Maturana) donde un deacuerdo explicativo es "... una invitación a una reflexión responsable en coexistencia, y no una negación irresponsable del otro" (Maturana, 1997).

Como es de esperarse, estos supuestos ontoepistemológicos traen consigo una manera diferente de entender los fundamentos conceptuales para SI. La propuesta desde el paradigma constructivista se presenta entonces en la tabla 11.

* Como se menciona en Maturana (1997), la clasificación de una experiencia como percepción o ilusión es una caracterización "... que un observador hace a través de una referencia a otra experiencia diferente que, de nuevo, puede ser sólo clasificada como una percepción o como una ilusión a través de una referencia a otra." Lo anterior se asemeja a los enlaces recursivos entre palabras diversas y sus respectivos significados en los diccionarios.

Tabla 11. Los fundamentos para SI desde el paradigma constructivista.

PARADIGMA CONSTRUCTIVISTA Ontología nominalista - Epistemología antipositivista	
Fundamento para SI	Significado
Sistema	Distinción en el lenguaje de un conjunto de elementos que conservan relaciones y que es aceptada en un dominio particular de explicación y realidad.
Organización	Comunidad constituida como sistema de coordinaciones de acciones en el lenguaje, es decir, una red de conversaciones bajo ciertas emociones. Si tal emoción es la aceptación mutua (amor), la comunidad constituye un sistema social humano.
Administración	Desarrollo de relaciones de aceptación mutua en un sistema social, que le permitan realizarse continuamente.
Información	Resonancia en el lenguaje que permite que la emoción o estado de ánimo del interlocutor pase de duda o ignorancia a satisfacción o sentido para la acción.

3.4.1. Sistema como distinción de totalidad en el lenguaje

El paradigma constructivista representado por los planteamientos de Maturana (1997), establece que cada vez que en un conjunto de elementos comienza a conservarse ciertas relaciones, surge un sistema como entidad discreta así como el medio que lo contiene como un dominio de interacciones. Dicha definición, que pareciera cercana al planteamiento cibernético, se distancia dado que para Maturana sistema y medio surgen de la nada en la experiencia del observador que hace la distinción. Con otras palabras, cuando se distingue algo como sistema se hace desde un trasfondo de coherencias estructurales sólo visible para el observador. De lo anterior, se deduce que para el paradigma constructivista un sistema no es una porción de realidad objetiva e independiente que manifiesta propiedades emergentes, sino una distinción de una totalidad que un observador hace en el lenguaje y que es aceptada en un dominio particular de explicación y realidad. En términos de López Garay, "La noción de sistema pasa entonces a estar estrechamente asociada con las distinciones que se hacen en una red conversacional estable!" (Andrade et al., 2001).

3.4.2. Organización como red de conversaciones

Según la propuesta de Maturana, los seres humanos existen como tales en el lenguaje. Por tanto, conviven en comunidades constituidas como sistemas de coordinaciones de acciones en el lenguaje, es decir, como redes de conversaciones bajo ciertas emociones (Maturana, 1997). Si tal emoción es la aceptación mutua (amor), la comunidad constituye un sistema social humano. De lo contrario, dicha comunidad será de otra clase. Por ejemplo, una comunidad podría ser de carácter estrictamente laboral cuando las coordinaciones de acciones de las personas que la conforman resultan de la emoción que implica el compromiso por completar una tarea. No obstante, una comunidad laboral puede igualmente ser un sistema social humano si además de tal emoción se presenta el amor. Los sistemas sociales en general y los humanos en particular son cerrados, conservadores y dinámicos. Cerrados pues incluyen como miembros a todas aquellas personas que operan bajo la aceptación mutua en la realización de coordinaciones de

acciones particulares. Por tanto, sus fronteras son emocionales y aparecen en la conducta de sus miembros cuando excluyen a otros de la participación en dicha red. Son conservadores, ya que los nuevos miembros aprenden en el sistema la conducta que les será propia en la medida en que contribuyen a la constitución del mismo. Cuando un miembro se comporta de una manera no propia, deja de ser miembro del sistema o bien lo modifica si su conducta es aceptada. Justamente esto conlleva a que los sistemas sociales sean sistemas dinámicos, pues implican un flujo continuo de coordinaciones de acciones cambiantes que sólo pueden ocurrir mediante un cambio en la conducta de sus componentes y en particular de sus respectivas redes de conversaciones.

Las personas participan diariamente en múltiples sistemas sociales independientes aunque relacionados pues se intersectan en sus respectivas corporalidades. Así, cada red de conversaciones en la que se participe afecta la corporalidad y viceversa. Puesto que cada sistema social es una red de conversaciones y explicaciones particulares, las personas generan distintas identidades y operan en diferentes dominios de realidad que se intersectan en sus cuerpos. De esta manera, cuando se cambia la conducta en un dominio de existencia específico también se cambia en otros. Complementariamente, el actuar de una persona en un dominio de conducta particular es resultado de sus dinámicas estructurales. Estas son expresiones de la historia de la red de interacciones, conversaciones y reflexiones a las cuales se pertenece como miembros una red de comunidades sociales y no sociales (Maturana, 1997).

3.4.3. Administración como desarrollo de la aceptación mutua

A diferencia de los conceptos de sistema y organización, la noción de administración no se encuentra claramente especificada en los planteamientos de Maturana. No obstante, su significado puede plantearse con relación a lo expuesto hasta aquí. Por tanto, aceptando las organizaciones en general como redes de conversaciones bajo ciertas emociones y en particular como sistemas sociales si tal emoción es el amor, podría pensarse que hablar de administración implica el logro de relaciones de aceptación mutua. La razón de lo anterior, radica en la analogía del concepto en los anteriores paradigmas. Si se revisa las nociones cibernética y perspectivista de administración, se podrá notar que en esencia al hablar de administración se denota un actuar que pretende mantener la coherencia de la organización como totalidad en el desarrollo de su actividad. Puesto que para Maturana la conducta de aceptación mutua entre los componentes de un sistema social es lo esencial para su realización continua, el desarrollo de tal conducta y emoción podría verse representada como el fin de la administración.

3.4.4. Información como resonancia en el lenguaje

Al igual que el concepto de administración, la idea de información en los planteamientos de Maturana no se encuentra a la mano. Sin embargo, siguiendo la estrategia de buscar relación con el significado dado en los anteriores paradigmas, una acepción posible puede plantearse. Así las cosas, al retomar el concepto cibernético y perspectivista de

información puede encontrarse una estrecha relación con la idea de comunicación entre personas. En los dos contextos mencionados, ésta se vincula con una transmisión de datos entre observadores que es en esencia un asunto de estímulos, procesamiento o creación de significado y respuesta. No obstante, como lo explica López Garay en Andrade et. al (2001), la idea de comunicación en el constructivismo (y en correspondencia la de información) no puede considerarse de la misma forma que en los otros paradigmas. No se trata entonces que una persona le pase datos a otra o capture datos de la realidad para posteriormente darle un sentido que oriente su acción. Se trata más bien que entre interlocutores se generan "resonancias", coordinaciones o acuerdos en el lenguaje que son aceptados tras la satisfacción de un criterio implícito o explícito en un dominio de explicaciones y realidad particular. De esta forma, se puede entender la información como una resonancia en el lenguaje que permite que la emoción o estado de ánimo del interlocutor pase de duda o ignorancia a satisfacción o sentido para la acción.

3.5. EL PARADIGMA HOLISTA FENOMENOLÓGICO

Siguiendo a López Garay en Andrade et. al (2001), el paradigma holista fenomenológico plantea un distanciamiento respecto a los demás, principalmente el cibernético y el perspectivista, debido a los supuestos ontoepistemológicos que implica y que el constructivismo tímidamente intenta indicar. Tales supuestos, se sustentan en la concepción de la dualidad entre el sujeto (observador) y la realidad. Con dualidad se quiere indicar una relación de mutua constitución. Es decir, a diferencia de los demás paradigmas, para el holista fenomenológico no existe una separación a priori entre sujeto y realidad, sino una relación primaria de autorreferencialidad constitutiva entre ellos. El observador es con la realidad y viceversa. No se puede hablar de uno sin lo otro. De esta manera, las cosas (incluyendo al sujeto) se presentan (aparecen, son fenómenos) como distinciones en un fondo (el devenir de la existencia) con el cual forma una unidad. Así pues, en esta corriente de pensamiento, se asumen tres características para todo lo que es:

- Todo lo que es, va precedido de un evento fundador. Es decir, lo primario en el mundo es el evento aparecer que se constituye en el fundador para las cosas que se distinguen.
- Todo lo que es, se da siempre en un fondo o escenario con el que constituye instantánea y simultáneamente una unidad figura-fondo o distinción-escenario en el momento de su aparición.
- Todo lo que es, es flujo continuo, un continuo siendo. Es decir, todas las cosas se mantienen en un continuo devenir.

En síntesis, las cosas y las personas se encuentran inevitablemente emparentadas con un mismo origen fundador. No se puede hablar de separación entre ellas pues el evento

que las funda lo hace simultáneamente y en una relación esencial mutua. Un ejemplo, propuesto con base en López Garay (s.f.) complementa lo anterior. Al admirar desde un terreno alto una ciudad, inicialmente el paisaje (el fenómeno) se presenta (aparece) como una totalidad y no como un conjunto de partes (edificios, vías, personas, etc.). Posteriormente, si se reflexiona intencionalmente al respecto, se pueden descubrir tales partes. Pero también, al hacer conciencia sobre las reflexiones, el observador se descubre como un sujeto conocedor. Pero tal estado de conciencia es posterior a la presentación del fenómeno como totalidad. Por tanto, hay un estado previo de cosas donde el observador se haya disuelto y en el que no hay diferenciación entre sujeto y objeto (realidad). Este estado previo, llamado situación en el paradigma holista fenomenológico, es fuente de cualquier diferenciación unitaria y por tanto constituye cualquier aparición o fenómeno.

¿Qué implica conocer bajo esta concepción de realidad? "Conocer no sería otra cosa que intentar desplegar el plexo o fondo en el que se presenta lo que se presenta. El plexo es la forma concreta en que la reflexión intenta articular el fondo (o el abierto) en el que ha hecho presencia la cosa (v. gr. el martillo)." (Andrade et. al, 2001). Aunque superficial, la presentación aquí hecha del paradigma holista fenomenológico permite intuir significados particulares para los fundamentos conceptuales para SI (tabla 12).

Tabla 12. Los fundamentos para SI desde el paradigma holista fenomenológico.

PARADIGMA HOLISTA FENOMENOLÓGICO Ontología y Epistemología: Holista Fenomenológica	
Fundamento para SI	Significado
Sistema	Interpretación, es decir, aquella distinción de totalidad que acepta distintos modos de definirla, pero con la cualidad de que ninguno de ellos puede demostrar ser el único racionalmente posible.
Organización	Formas de actividad humana cooperativa construida y reconstruida continuamente por los actores organizacionales y cuyo sentido es hacer un producto particular o prestar un servicio con excelencia.
Administración	Favorecimiento del aprendizaje como fin último del trabajo y como medio representado en el debate entre interpretaciones distintas de la organización.
Información	Unidad de significado que se distingue en un fondo comunicativo, es decir, totalidad de ideas que para un sujeto tiene sentido pues encaja con su contexto de expectativas comunicativas.

3.5.1. Sistema como interpretación

Como se explica en López Garay (s.f.), en el paradigma holista fenomenológico lo que se distingue constituye una unidad o totalidad fundada en la escena de aparición. Por tanto, el carácter holístico (sistémico) de los fenómenos no está en ellos mismos sino que trasciende la escena. A su vez, tal escena se encuentra ligada a la historia personal de cada quién. Esto implica que lo que se distingue como unitario (sistema) es necesariamente subjetivo. En tal sentido es que la idea de sistema es entendida como interpretación, es decir, "... como aquello que acepta distintos modos de definirlo, pero con

la cualidad de que ninguno de estos modos puede demostrar ser el único racionalmente posible." (López Garay, s.f.). Lo anterior conlleva un conjunto de consecuencias:

- Un todo sistémico es abierto e indefinido, ya que la historia particular de cada quien, que está ligada a la escena de distinción, constituye un contexto ilimitable.
- Un todo sistémico es plurisemántico, es decir, está sujeto a múltiples maneras de interpretación debido a la variedad de las historias personales.
- Un todo sistémico es un concepto límite, al cual se tiende a través del enriquecimiento recíproco de los significados enfrentados dialécticamente.

En palabras de López Garay, "Es esta unidad constituida por la relación autorreferencial dinámica entre figura y fondo, la denominada "sistema." "(Andrade et. al, 2001).

3.5.2. Organización como práctica

Según Fuenmayor (2001), las organizaciones son interpretaciones subjetivas (por tanto distinciones en un trasfondo) que admiten diferentes puntos de vista. Interpretaciones sobre los fines, los medios, las políticas, el desempeño, la racionalidad y demás elementos organizacionales. Interpretaciones que afectan y son afectadas por las de los demás, dentro del contexto social específico que se conforma (entorno socio-organizacional) y que dependen del contexto cultural del que provienen los actores. Son igualmente sistemas, dado el carácter de unidad que las personas le otorgan principalmente por el sentido que interpretan (v. gr. una organización para el cuidado de enfermos, una organización para prevenir la enfermedad, una organización para despilfarrar dinero público destinado a la salud, una organización para tener un empleo y comprar una casa). Así, una organización "... es una realidad construida y reconstruida continuamente por los "actores" organizacionales." (Andrade et. al, 2001).

De forma complementaria, de acuerdo a López Garay (2003), puede enriquecerse el entendimiento de las organizaciones desde la visión holista fenomenológica al definir las como prácticas, a saber, "...formas de actividad humana cooperativa cuyo bien interno es hacer un producto particular o prestar un servicio con excelencia". En ella, los estándares de excelencia en continua realización son también asunto de la práctica misma. El trabajo no es un instrumento para los fines propios de los miembros, sino una forma de vida cuyo bien es favorecer el desarrollo de la organización en sí misma al proveer a cada miembro todas las condiciones necesarias para convertirse en un excelente practicante. Su fin último entonces es el aprendizaje. Al concebirse como parte de una totalidad social mayor (comunidad o sector social receptor), debe contribuir a su bien que no es otro que permitir

[†] Traducción de los autores.

a todo ciudadano tener una buena vida. Finalmente, una organización como práctica en una comunidad dada (contexto socio-cultural e histórico particular), debe ser coordinada por la práctica política que constituye y sustenta dicha comunidad, teniendo en cuenta que los actores organizacionales son igualmente producto de dicho trasfondo cultural.

3.5.3. Administración como favorecimiento del aprendizaje

Aunque la idea de administración no es tan explícita en este estilo de pensamiento como los conceptos anteriores, es posible intentar deducirla y plantearla como el favorecimiento del aprendizaje de los actores organizacionales. Lo anterior en dos sentidos complementarios. Por un lado, como fin último del trabajo permitiendo a cada miembro desarrollarse en la organización como excelente practicante, persona y ciudadano. Por otro lado, como medio representado en el debate entre interpretaciones distintas de la organización. El debate, según López Garay (s.f.), no buscaría acuerdos o acomodos, sino pretendería acentuar las diferencias entre las concepciones de los actores para así contribuir a revelar el carácter plurisemántico de la organización.

3.5.4. Información como unidad de significado

Al igual que la noción de administración, la de información en esta corriente de pensamiento no se manifiesta tan explícitamente como la de sistema y organización. No obstante, con base en la profundización sobre la sistemología interpretativa* que hace López Garay en Andrade et al. (2001), es posible realizar aquí una propuesta. Similar a la postura de los paradigmas ya expuestos, el concepto de información se vincula estrechamente con el de sentido y comunicación. Sentido, entendido como el encaje de algo en un contexto de expectativas particulares. Así, las cosas no tienen sentido por sí mismas ni tampoco por la existencia de un significado universal, sino por su inserción en un contexto. Comunicación, como un trasfondo dinámico en el que los seres humanos se encuentran inmersos y del que son co-generadores. De esta manera, es posible hablar de la información como una unidad de significado que se distingue en un fondo comunicativo, es decir, como una totalidad de ideas que para un sujeto tiene sentido pues encaja con su contexto de expectativas comunicativas.

3.6. PENSAMIENTO SISTÉMICO Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Tras realizar un acercamiento a la diversidad de significado implícita en cada uno de los cuatro conceptos fundamentales para SI (ver tabla 13), es momento de plantear un conjunto de reflexiones que inviten a continuar la investigación sobre el vínculo entre el

* La sistemología interpretativa es un estilo de pensamiento sistémico comprendido dentro del paradigma holista fenomenológico, cuyos principales representantes son los Profesores Venezolanos Hernán López Garay y Ramsés Fuenmayor. Para un mayor detalle consultar Fuenmayor y López Garay (1991), Fuenmayor (1991a), Fuenmayor (1991b), Fuenmayor (1991c).

pensamiento sistémico y los sistemas de información. La utilización del recurso paradigma, como estrategia para explorar la variedad conceptual, ha brindado configuraciones razonables de significados de sistema, organización, administración e información, que conlleva a preguntarse, entre otras cuestiones, cuál debería ser la propuesta predominante o adecuada y qué implicaciones tiene tal diversidad de significado para la noción de SI. Sobre la base del pensamiento sistémico y el afán holista declarado al iniciar esta exploración, no resulta apropiado preguntarse sobre la mejor o más adecuada propuesta ("la verdadera"). Aún más, si la intención para tal selección fuese erigirla como el sustento exclusivo para el estudio y práctica en SI, se estaría apostando por un enfoque contrario al holista, a saber, reduccionista. La razón es que los paradigmas, entendidos desde la metáfora geológica, no se encuentran desligados unos de otros. Por el contrario, se enriquecen continua y mutuamente al permitir mediante su contraste sacar a flote la abundancia de sentido que de los fenómenos particulares es posible distinguir. No obstante, no aceptar la exclusividad de una corriente no implica mantenerse imposibilitado para ofrecer una postura. Tal orientación, sin embargo, no solo debe aceptar la diversidad sino contribuir a favorecerla, algo atípico en el común de textos universitarios que tocan el tema de los SI y pretenden ser una herramienta de formación sobre la disciplina.

Permanecer indiferente ante la riqueza conceptual es entonces un error craso, ya que restringe la posibilidad de entendimiento de los SI. Lo anterior resulta evidente al reflexionar sobre la acepción común de tales sistemas: aplicaciones informáticas (conjunto interrelacionado de hardware, software, redes, bases de datos, procesos y personas) que reciben, procesan, almacenan y diseminan información en las organizaciones y apoyan principalmente a la administración en la toma de decisiones. Es claro el predominio del paradigma cibernético en tal definición al tomarse literalmente. No obstante, es algo que no se manifiesta expresamente en los textos que la plantean. Aún más, pese a que en el común de tales libros se alude al pensamiento sistémico como uno de los pilares para el trabajo en SI, el carácter emergente propio y esencial de los sistemas desde la propuesta cibernética no se explica. Es decir, no se encuentran argumentos sólidos sobre la interacción entre hardware, software, redes, bases de datos, procesos y personas para lograr que "en conjunto sean más que la suma de las partes". Por el contrario, resulta frecuente encontrar una posición anti-sistémica (reduccionista), ya que el énfasis recae casi exclusivamente sobre el software y cómo desarrollar aplicaciones de este tipo para atender situaciones organizacionales. Así, se da a entender que un sistema de información es un software de propósito empresarial, lo cual es un planteamiento contradictorio. A lo anterior se suma lo planteado en el CC2005, donde la separación entre SI y la Ingeniería de Software, al menos en el papel, es clara: Mientras los profesionales de la primera disciplina se encuentran enfocados en el entendimiento de la información como recurso organizacional, los de la segunda aplican técnicas y conceptos de la Ingeniería para el desarrollo de software. Esto abre las puertas para profundizar sobre la supuesta sinonimia entre sistema de información y software, común en el contexto académico y profesional colombiano. Además, plantea el reto de contribuir a clarificar y enriquecer el concepto de SI a la luz de la diversidad de significado de sus fundamentos conceptuales y la coherencia con el contexto curricular de Computación vigente. Este desafío, será entonces el que se asuma en el próximo capítulo.

Tabla 13. Diversidad de significado sobre los fundamentos conceptuales para SI.

Fundamento para SI	Paradigma			
	Cibernético	Perspectivista	Constructivista	Holista Fenomenológico
Sistema	Máquina orgánica	Construcción conceptual	Distinción de totalidad en el lenguaje	Interpretación
Organización	Sistema sociotécnico	Fenómeno social	Red de conversaciones	Práctica
Administración	Toma de decisiones	Manejo de relaciones	Desarrollo de la aceptación mutua	Favorecimiento del aprendizaje
Información	Probabilidad, grado de orden y organización de datos	Atribución de significado	Resonancia en el lenguaje	Unidad de significado

4. EL CONCEPTO SISTEMA DE INFORMACIÓN

Hablar de los SI como objeto de estudio, implica considerarlos el asunto de interés de una comunidad de académicos y practicantes que han llamado a su disciplina también Sistemas de Información. Desde su origen entre los 50s y 60s, ésta comunidad ha acumulado una gran cantidad de ideas y experiencias, conformando lo que podría considerarse "la sabiduría convencional" del campo. La mayoría de textos comerciales que se usan en los contextos universitarios la reflejan y en ella lo que significa un Sistema de Información se encuentra establecido y casi no ha sufrido variación en el transcurso del tiempo. Lo anterior posee ventajas y desventajas. Es provechoso porque permite a la comunidad implicada desarrollar su trabajo sobre una plataforma conceptual para muchos aceptada, presentar evidencia de logros e impactar con ellos a los contextos prácticos. No obstante, es contraproducente cuando la aceptación de los conceptos se torna irreflexiva, ya que nuevas ideas para enriquecer la plataforma o cambiarla son obstaculizadas o simplemente pasadas por alto y así la posibilidad de verdadero avance en el conocimiento se dificulta. Esto implica otra lección más para el trabajo en SI: La sabiduría convencional debe considerarse el punto de inicio de la reflexión y no el espacio de conocimiento definitivo sobre el campo. En este capítulo se presentará una definición de Sistema de Información diferente a la convencional, fruto del propósito explícito del Grupo STI por atender, con un afán holista, tanto la diversidad de significado de los fundamentos conceptuales para SI como la necesidad de coherencia con el CC2005. Sin embargo, antes de proponerla, es necesario exponer las ideas tradicionales y mostrar por qué el concepto habitual de SI requiere ser re- pensado.

4.1. SI COMO SOFTWARE EMPRESARIAL: EL ENFOQUE CONVENCIONAL

Como mencionan Checkland y Holwell (1998, p.40-41), una buena manera de hallar la sabiduría convencional en cualquier campo es observar lo que los textos para estudiantes de nivel universitario tienen que decir del asunto. La tarea de tales libros no es prestar mucha atención a las ambigüedades y problemas disciplinares, sino proveer un informe del mismo en una forma sencilla. Los autores de dichas fuentes generalmente incluyen los conceptos más comunes del campo, es decir, la visión disciplinar habitual. El argumento de la sabiduría convencional puede resumirse de la siguiente forma: Las organizaciones son asumidas como entidades sociales que persiguen objetivos. La actividad administrativa consiste principalmente en la toma de decisiones para la búsqueda de tales objetivos y los SI juegan entonces el rol de proveer apoyo para dicha toma de decisiones. Esta es la razón de que la información sea considerada como un recurso corporativo vital. Como ejemplos para corroborar lo anterior, se encuentran textos habituales sobre SI como Davis y Olson (1987), Senn (1992), Whitten et al. (1996), Kendall y Kendall (1997), O'Brien (2001), Stairs y Reynolds (2000), Oz (2001) y Laudon y Laudon (2004). Sin embargo, por considerarse fuentes especialmente influyentes en la comunidad de SI, mantenerse cercanas a los planteamientos del IS2002 (Gorgone et al. 2003) y

encontrarse en los límites de un significativo espectro temporal, serán sólo la primera y la última referencia las que se tomen aquí como base para la presentación del enfoque convencional. En esta línea de ideas, la tabla 14 presenta el significado del término SI para cada una de ellas.

Como se puede observar en la tabla, existen grandes semejanzas entre las definiciones planteadas pese a su separación temporal. Reflexionando sobre ellas, es posible determinar aspectos básicos del significado convencional del término “Sistema de Información”. En primer lugar, resulta inmediato que un SI es ante todo un sistema. Más específicamente, desde el enfoque tradicional, un SI es un sistema físico, es decir, un conjunto de elementos que operan conjuntamente para cumplir un objetivo*. El modelo general de un sistema físico posee entre sus componentes clave las entradas, el proceso, las salidas, el límite o frontera, el entorno o ambiente y las ideas de emergencia, jerarquía y control (retroinformación y regulación)†. Como sistema físico, un SI resulta ser también un sistema hombre-máquina o usuario-máquina. Según Davis y Olson (1987, p.286-287), esto quiere decir que ambas partes desempeñan actividades en el logro de una meta.

En segunda instancia, un SI posee una composición basada en la interacción de los diferentes tipos de Tecnología de Información (TI). Dicha interacción se denomina la Infraestructura de TI (Laudon y Laudon, 2004, p. 14). La Tecnología Hardware es el equipo físico utilizado en las actividades de entrada, procesamiento y salida de un SI. La Tecnología Software consiste en las instrucciones detalladas programadas que controlan y coordinan los componentes hardware de un SI. La Tecnología de Almacenamiento permite almacenar, organizar y acceder a los datos. La Tecnología de Comunicaciones enlaza las piezas de hardware y transfiere los datos de una ubicación física a otra (Ibíd.). Finalmente, el propósito de un SI es esencialmente producir información a partir de datos en bruto (eventos o hechos) procedentes del interior y del entorno de la organización. Dicha información generada, va dirigida principalmente al personal directivo que en sus diferentes niveles (estratégico, administrativo, de conocimiento y operativo) está a cargo de las diversas funciones empresariales (Ventas y Marketing, Manufactura o Producción, Finanzas, Contabilidad y Recursos Humanos). Esta situación, conlleva a que se planteen diferentes tipos de SI en una organización (relacionados como una federación), pues uno solo no puede proveer la información para todos los posibles destinatarios‡. La tabla 15, sintetiza los elementos básicos planteados. Ahora bien, por qué se plantea que desde la perspectiva convencional un SI resulta ser un software empresarial, si al seguir la definición presentada en las tablas 14 y 15 es claro que el software es sólo uno de sus

* Según lo planteado en Davis y Olson (1987, p.280), los sistemas son abstractos y físicos. Existe aquí una relación con la Ingeniería de Sistemas internacional, ya que esta se orienta al trabajo con sistemas físicos de pequeña y gran escala (INCOSE, 2004, p.10).

† Como se mencionó en el capítulo anterior, este modelo resulta propio del paradigma cibernético del pensamiento sistémico y más específicamente de la Teoría General de Sistemas (TGS). Más aún, esta teoría hace parte del cuerpo de conocimiento planteado en el IS2002, dentro del área principal denominada “Teoría y Desarrollo de Sistemas” (Gorgone et al. 2003, p. 40-41).

‡ De acuerdo a Laudon y Laudon (2004, p. 40), los tipos de SI son: Sistemas de Procesamiento de Transacciones, dirigidos al nivel operativo; Sistemas de Trabajo de Conocimiento y Sistemas de Oficina, dirigidos al nivel de conocimiento; Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones y Sistemas de Información Gerencial, dirigidos al nivel administrativo; y Sistemas de Apoyo a Ejecutivos, dirigidos al nivel estratégico.

componentes. Pues bien, la respuesta requiere revisar la definición vigente y aceptada de “Software” y compararla contra el concepto planteado de SI (Ver tabla 16).

Tabla 14. Definición de Sistema de Información según el enfoque convencional*.

SISTEMA DE INFORMACIÓN	
Fuente	Definición
Davis y Olson (1987)	<p>“... sistema integrado usuario-máquina para proveer información que apoye las operaciones, la administración, y las funciones de toma de decisiones en una empresa. El sistema utiliza equipo de computación y software; procedimientos manuales; modelos para el análisis, la planeación, el control y la toma de decisiones y además una base de datos. El hecho que sea un sistema integrado no significa que sea un sistema simple, con estructura monolítica; por el contrario, significa que las partes encajan en el diseño completo.” (Pág. 6)</p> <p>“El sistema de información se puede describir en términos de sus elementos operacionales. Sus componentes físicos son el hardware, el software, la base de datos, los procedimientos, y el personal. Sus requerimientos de procesamiento consisten en procesar las transacciones, mantener los archivos maestros, producir los informes, procesar las consultas y las aplicaciones de soporte operativo. Los resultados para los usuarios son los documentos de las transacciones, los informes planeados con anticipación, las repuestas o consultas planeadas con anticipación, los informes ad hoc, las respuestas a las preguntas y las respuestas al diálogo usuario-máquina. Estos, suministran a la administración y a otros decisivos, la información de seguimiento, la información sobre los procesos, y el respaldo a la decisión. La información puede ofrecerse tanto para las decisiones estructuradas como para las decisiones no programables, no estructuradas.</p> <p>La estructura de los sistemas de información gerencial se afecta por las actividades administrativas y las funciones de la organización. Los requerimientos de información varían de acuerdo al nivel de la actividad administrativa que apoyan: la planeación estratégica, el control administrativo o el control operacional. También pueden variar según el grado de estructura de las decisiones respaldadas. Cada función organizacional apoyada por el sistema de información, tiene sus requerimientos propios de procesamiento de información, así como existen también requerimientos comunes a varias funciones.</p> <p>La estructura conceptual de un sistema de información consiste en la federación de subsistemas de información para diferentes funciones. Cada subsistema provee el soporte para el procesamiento de transacciones, el control operacional, el control administrativo, y la planeación estratégica. Algunos subsistemas típicos pueden ser el mercadeo, la producción, la logística, el personal, las finanzas y la contabilidad...” (Pág. 57)</p>
Laudon y Laudon (2004)	<p>“Un sistema de información se puede definir técnicamente como un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización. Además de apoyar la toma de decisiones, la coordinación y el control, los sistemas de información también pueden ayudar a los gerentes y trabajadores a analizar problemas, visualizar asuntos complejos y crear productos nuevos.” (Pág. 8).</p> <p>“Un sistema de información contiene información sobre una organización y su entorno. Tres actividades básicas: entrada, procesamiento y salida, producen la información que las organizaciones necesitan. La retroalimentación es la salida devuelta a las personas o actividades adecuadas de la organización para evaluar y refinar la entrada. Factores del entorno como clientes, proveedores, accionistas, agencias reguladoras interactúan con la organización y sus sistemas de información... Aunque los sistemas de información basados en computadora utilizan tecnología de cómputo para procesar datos en bruto y obtener información significativa, hay una distinción bien definida entre un computador y un programa de cómputo por una parte, y un sistema de información por otra. Las computadoras electrónicas y los programas de software relacionados son la base técnica, las herramientas y el material, de los modernos sistemas de información. Las computadoras proveen el equipo para almacenar y procesar la información. Los programas de cómputo, o software, son conjuntos de instrucciones funcionales que dirigen y controlan el procesamiento por computadora. Saber cómo funcionan las computadoras y los programas de cómputo, es importante para el diseño de soluciones a problemas de la organización, pero las computadoras son sólo parte de un sistema de información.” (Pág. 9).</p> <p>“Desde una perspectiva comercial, un sistema de información representa una solución organizacional y administrativa basada en tecnología de información para un reto planteado por el entorno.” (Pág. 31)</p> <p>“Dado que hay intereses, especialidades y niveles diferentes en una organización, existen diferentes tipos de sistemas. Un sistema solo no proporciona toda la información que una empresa necesita.” (Pág. 38).</p> <p>“Las organizaciones se pueden dividir en niveles estratégicos, administrativos, de conocimiento y operativos y en cinco áreas funcionales principales: ventas y marketing, manufactura, finanzas, contabilidad y recursos humanos. Los sistemas de información dan servicios a cada uno de estos niveles y funciones.” (Pág. 39).</p>

* Aunque se esperaría encontrar la definición explícita de SI en el IS2002 esto no ocurre. No obstante, lo que se da a entender mediante los planteamientos allí consignados, en especial en el detalle de las asignaturas que se proponen como desarrollo del cuerpo de conocimiento para SI, es que el término corresponde a las definiciones presentadas en esta tabla.

Tabla 15. Aspectos básicos del concepto convencional “Sistema de Información”

Aspecto	Descripción
¿Qué es?	Un sistema físico hombre máquina. La parte máquina es la encargada de la generación de información mientras que la parte humana es la responsable de utilizarla para la toma de decisiones. Bajo este enfoque, un SI es en esencia un instrumento.
¿Cómo es?	Integrado por cuatro tipos de tecnología de información (Infraestructura de TI): Hardware, Software, de Almacenamiento y de Comunicaciones. Su interacción, permite las funciones de entrada y procesamiento, salida y realimentación que genera la información que necesita la organización. Bajo este enfoque, un SI es una integración de TI.
¿Para qué es?	Producir información a partir de los eventos internos y externos de la organización, que sea principalmente útil para la toma de decisiones del personal directivo de los diferentes niveles y funciones empresariales. Bajo este enfoque, un SI es un productor de información.
“Un Sistema de Información es un instrumento que mediante su infraestructura de TI produce la información requerida por la dirección de la organización en sus diferentes niveles y funciones”	

Tabla 16. Definición de software y términos relacionados.

Término	Definición
Software	Programas de computadora, datos, procedimientos y la posible documentación relacionada pertinente para la operación de un sistema computacional.
Programa de Computadora	Una combinación de instrucciones de computadora y definiciones de datos que permiten al hardware de la computadora desempeñar la funciones de cómputo o control.
Dato	(1) Representación de hechos, conceptos o instrucciones en una manera útil para su comunicación, interpretación o procesamiento por humanos o por medios automáticos. (2) Algunas veces se usa como sinónimo de documentación.
Hardware	Equipo físico usado para procesar, almacenar y transmitir programas computacionales o datos.
Procedimiento	(1) Un curso de acción a tomar para desempeñar una tarea dada. (2) Una descripción escrita de un curso de acción como en (1). (3) Una porción de un programa de computadora que posee un nombre y que desempeña una acción específica.
Documentación	(1) Una colección de documentos sobre un tema dado. (2) Alguna información escrita o pictórica que describe, define, especifica, reporta o certifica actividades, requerimientos, procedimientos o resultados. (3) El proceso de generar o revisar un documento. (4) La administración de documentos, incluyendo identificación, adquisición, procesamiento, almacenamiento y diseminación.
Documento	Un medio, y la información en el grabada, que tiene generalmente permanencia y que puede ser leída por una persona o una máquina.
Sistema Computacional	Un sistema que contiene una o más computadoras y el software asociado.
Sistema	Colección de componentes organizados para cumplir una función específica o un conjunto de funciones.
Software de Aplicación	Software diseñado para satisfacer necesidades específicas de un usuario; por ejemplo, software para navegación, nómina o control de procesos.
Software de Soporte	Software que ayuda en el desarrollo y mantenimiento de otro software; por ejemplo, compiladores, cargadores (loaders) y otras utilidades.
Software del Sistema	Software diseñado para facilitar la operación o mantenimiento de un sistema computacional y sus programas asociados; por ejemplo, sistemas operativos, ensambladores y utilidades.

(Tomados de IEEE, 1990. Traducción de los autores.)

Varias consideraciones de pueden derivar de las definiciones anteriores, que resultan útiles para el propósito comparativo planteado:

- Un software no es sólo un programa de computadora.
- El software, específicamente el del sistema, tiene como fin manejar el hardware para el proceso, almacenamiento y transmisión de datos.
- El software de aplicación, soportado en una capa de hardware y otra de software del sistema, satisface necesidades específicas de un usuario.
- De la diversidad de posibles necesidades específicas de un software de aplicación, un conjunto básico son las empresariales.
- Entre las necesidades empresariales comunes que se pueden encargar a un software de aplicación, se encuentran el manejo de la nómina, los inventarios, la contabilidad, las finanzas y el control de la producción.
- Los usuarios del software de aplicación orientado a necesidades empresariales, lo usan principalmente para obtener información que apoye la toma de decisiones.

Bajo las consideraciones mencionadas, ya no resulta tan clara la separación entre un SI y un software de aplicación para necesidades empresariales, o como se ha mencionado, un Software Empresarial. Siendo estrictos, desde la perspectiva convencional los conceptos resultan homologables, pues son en esencia instrumentos que mediante una infraestructura de TI producen información requerida para la organización*. Es más, tomando la realidad de los contextos empresariales, generalmente cuando alguien habla de un SI en esencia alude a un software que se desarrolló o adquirió, y que está instalado y funcionando para apoyar alguna función del negocio.

En esta línea de ideas asalta una nueva duda: ¿Si la similitud entre los conceptos SI y Software resulta evidente tras una reflexión sencilla, por qué en los textos habituales sobre SI se sigue promulgando y manteniendo su separación? Un argumento puede dar luz al respecto. Como se planteó en el capítulo 1, el panorama de la Computación antes de los 90's estaba conformado exclusivamente por dos disciplinas: Ciencia de las Computadoras y Sistemas de Información. La primera se orientó hacia el desarrollo de software y los aspectos teóricos de la Computación. La segunda, se orientó al uso del hardware y el software para la solución de problemas de negocios. No obstante, en aquella época el concepto de software mencionado en la tabla 16 no existía tal cual, simplemente porque la Ingeniería del Software no había emergido. Por el contrario, la idea

* Pese a la evidente semejanza, podría pensarse que una posible defensa de la separación entre los conceptos radicaría en la forma como se desarrolla un Software y un SI. No obstante, como se verá en el siguiente capítulo, en la sabiduría convencional no existe diferencia alguna entre ambos enfoques de desarrollo. Así, en lugar de contribuir a distinguirlos, las ideas de desarrollo de Software y de SI terminan extinguiendo cualquier vestigio de diferencia entre los conceptos.

de software se encontraba sesgada casi exclusivamente hacia instrucciones para manejar el hardware. Sobre tal concepción “limitada” ambas disciplinas iniciaron, de forma separada, la generación de sus correspondientes sabidurías convencionales. Resulta obvio pensar que en ese contexto un profesional de SI concebía su obra como mucho más que instrucciones de computadora. No obstante, cuando en la década de los 90 la Ingeniería del Software emergió de la Ciencia de las Computadoras como una disciplina en sí misma, y trajo consigo la intención de generar su propia plataforma conceptual, la sabiduría convencional de SI ya había llegado a un alto grado de solidez. De esta manera, existió una barrera para que los aportes de la Ingeniería del Software al nivel de principios y conceptos compartidos, transformaran la visión tradicional de SI. Dicha barrera, pese a proyectos como el CC2005, aún se mantiene porque cada una de las disciplinas se ha gestado y madurado separadamente. La definición de un marco conceptual a manera de glosario o léxico básico para la Computación que sea compartido por sus cinco diferentes disciplinas más que un reto y una oportunidad, es una necesidad latente.

4.2. VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ENFOQUE CONVENCIONAL

La existencia de un enfoque convencional para SI posee varias ventajas. Inicialmente, la continuidad que ha mantenido el concepto desde décadas atrás, ha contribuido a la gestación de una disciplina. Como se mencionó en el capítulo dos, entre las características básicas de un campo de estudio se encuentra la existencia de un cuerpo de conocimiento que conlleve a un nivel de identidad en el lenguaje. Es claro que en dicho cuerpo el concepto tradicional de SI juega un papel crucial. Más aún, la popularidad del término ha trascendido a la comunidad disciplinar y se ha convertido en un concepto utilizado o por lo menos reconocido por el común de la gente*. Esto es otra importante ventaja, porque ha facilitado la receptividad de los aportes prácticos del campo y ha contribuido a la creación de una economía (negocios, productos, servicios, etc.) alrededor de los SI.

Dicha popularidad radica en gran medida en la simplicidad del término, la cual es otra de sus bondades. Como se presentó en las tablas 14 y 15, el concepto resulta fácilmente entendible y por tanto fácilmente asimilable. Pensar en un instrumento que genera “automáticamente” la información que se requiere para el funcionamiento de la organización, no presenta un alto grado de complejidad puesto que resulta familiar y directamente equiparable con otros dispositivos propios de la era moderna que automatizan labores diarias en diversos contextos (Electrodomésticos, medios de comunicación, etc.). Adicionalmente, al mantener un vínculo esencial con la Tecnología de Información, el concepto ve favorecida su aceptación gracias a la fascinación que despiertan los avances informáticos en general, y aquellos orientados a los contextos de negocio en particular**.

* Sin duda en los contextos organizacionales, SI se encuentra entre los conceptos computacionales más fácilmente identificables por personas pertenecientes a áreas, departamentos o funciones diferentes a la Informática.

** Una significativa proporción de libros como Laudon y Laudon (2004), tiene como fin presentar y en cierta medida promocionar las bondades y potencialidades de la arquitectura de TI aplicable a la empresa. La actualización de dichas secciones con los más recientes adelantos en hardware, software, bases de datos e Internet, es generalmente la principal diferencia entre las ediciones de los libros.

Al mantenerse simple y estable, la idea tradicional de SI trae otra ventaja más: En la práctica de los profesionales de SI, el énfasis del trabajo no se encuentra en el establecimiento de los fines sino en el de los medios. Es decir, el propósito básico de un SI no es un tema de discusión (el “para qué” de la tabla 15), pues como bien lo argumentan Hirschheim y Klein (1989, p.1203-1204), ese es un asunto bajo la responsabilidad de otros actores organizacionales, a saber, los administradores. De esta manera, la función de los profesionales de SI es encontrar medios específicos para lograr los fines fijados por la dirección. Lo anterior se plantea como una ventaja porque generalmente la definición de fines es más compleja que la de medios, ya que las implicaciones de la primera son mayormente humanas (a quienes beneficiará el SI, qué poder y control puede otorgar, quiénes podrán tener acceso a la información, qué comportamiento se quiere promover, etc.), mientras que las de la segunda son principalmente técnicas (qué arquitectura de TI adquirir o desarrollar, cómo integrarla, cómo facilitar la interacción de los usuarios con el SI, qué controles de seguridad deben existir, qué metodología de desarrollo utilizar, etc.). Así, los profesionales de SI se “descargan” de los asuntos más borrosos y dirigen sus esfuerzos a encontrar soluciones técnicas productivas.

Finalmente, quizá la más importante o significativa de las ventajas del término común de SI es su vínculo con las sabidurías convencionales de otras áreas de conocimiento como la Teoría Organizacional, el Pensamiento Sistémico y la Administración. Justamente con esta última disciplina, la idea convencional de SI guarda una relación muy estrecha y fundamental. Según Checkland y Holwell (1998, p.43-44), el planteamiento convencional sobre los diferentes tipos de SI proviene de la propuesta hecha por Gorry y Scott Morton (1971) quienes construyeron una estructura derivada de la combinación del trabajo de Anthony (1965) y Simon (1960). Anthony distingue tres niveles de actividad interesados en la planeación y el control: control operacional, control administrativo y planeación estratégica. Simon postula un rango de tipos de decisión desde programadas hasta no programadas que Gorry y Scott Morton presentan como “estructuradas”, “semi-estructuradas” y “no estructuradas”. La combinación de las ideas de Anthony y Simon proporciona la base de la visión actual de los tipos de SI. Lo anterior, es sólo una de las múltiples evidencias de la ya mencionada alineación del concepto habitual de SI con el paradigma cibernético (Ver Capítulo 3), que, pese a poseer profundas limitantes, es el que se encuentra mayormente arraigado en el pensar y hacer de las personas. Tal arraigo es entendible, pues como plantean Hirschheim y Klein (1989, p. 1203-1204), el argumento de la sabiduría tradicional de SI es que mediante estos dispositivos se contribuye a la maximización de la rentabilidad de la organización, la operación racional de la empresa y la administración de proyectos efectiva y eficiente.

Ahora bien, pese a las significativas ventajas comentadas hasta este punto, la sabiduría convencional de SI posee un conjunto de limitantes infranqueables según el criterio de los autores. Inicialmente, al encontrarse comprendido dentro del paradigma cibernético el concepto convencional hereda sus limitantes. El supuesto para el trabajo habitual en SI, es que las personas en las organizaciones trabajan sin entrar en contradicción o disputa de intereses, y que poseen una visión compartida de su rol y de los objetivos organizacionales por los cuales están dispuestos a trabajar sin discusión, como “autómatas”. Con otras palabras, la idea subyacente es una imagen de organización

como máquina social buscadora de metas, con sus empleados como engranajes y las directivas como los operadores. Claramente esta es una visión limitada e inadecuada para quienes han experimentado la rica y compleja naturaleza organizacional, que se ve reforzada con la intervención de instrumentos computacionales como los SI. Una segunda limitante se halla en el enaltecimiento de la TI dentro del enfoque común para SI, al punto de ser considerada un fin por sí misma. De esta manera, se pregona que la incorporación de tecnología en la organización produce beneficios casi seguros y que por tal razón la alta inversión en ella se justifica. La moda tecnológica predomina fomentando el pensamiento que la solución es implantar la última versión disponible de los productos informáticos y que aprender cómo manejarlos garantiza "mágicamente" un entendimiento de los problemas organizacionales. Estrechamente vinculada con la alineación cibernética y la exaltación de lo técnico, aparece otra limitante que raya en lo perjudicial, a saber, la promoción implícita de la deshumanización, la instrumentalización y la segregación. Al aceptar la sabiduría convencional para SI, se consiente el desplazamiento de lo humano por lo técnico, cualquier cosa se interpreta entonces como un instrumento que como tal debe estar sujeto a control y optimización. La identidad personal pasa a ser un código en una base de datos, a las personas se les juzga por su buena o mala capacidad y actitud para interactuar con máquinas y se promueve la dependencia humana de los artefactos. Adicionalmente, la segregación se potencia al marcarse la diferencia entre directivas y empleados de diversos "niveles", donde por lo general lo más importante es la maximización de beneficios monetarios para la clase privilegiada.

Ahora bien, desde la perspectiva disciplinar de SI y su relación con las otras ramas de la Computación, aparece la principal limitante del enfoque tradicional: La falta de claridad conceptual. Como se mencionó anteriormente, con el posicionamiento de la Ingeniería del Software como campo de estudio la separación entre un SI y un Software de Aplicación Empresarial resulta nula. A esto se debe sumar la "reciente" aparición de la disciplina computacional denominada Tecnología de Información (Ver Capítulo 1), con términos tales como "Sistema de Tecnología de Información" que podría llegarse a homologar con la ya mencionada Arquitectura de TI. Sin embargo dicha falta de claridad conceptual va mucho más allá, llegando a afectar la identificación de la función actual de un profesional en SI en una organización. Desde la perspectiva del CC2005, funciones que anteriormente eran potestad de este tipo de profesionales se encuentran ahora repartidas entre los miembros de las disciplinas Ingeniería del Software y Tecnología de Información. Entre ellas se pueden contar las siguientes: Definir qué plataforma tecnológica requiere la empresa, dirigir su implementación y puesta en funcionamiento para los usuarios, administrarla estratégicamente manteniéndose al tanto de nuevos adelantos informáticos que puedan resultar útiles para el negocio, modelar la organización con el fin de establecerle sus necesidades tecnológicas, diseñar las soluciones software, coordinarlas en su respectivo ciclo de vida y gestionar con calidad proyectos software empresariales. Así las cosas, con esta decantación de las funciones de los profesionales en Computación, un fenómeno contradictorio se está presentado: el resurgimiento de la disciplina SI. En el, es claro que un nuevo concepto de SI se requiere, uno que reconociendo la diversidad de sus fundamentos conceptuales, de claridad sobre las funciones a desempeñar en una organización por un profesional en SI bajo la actual interacción con sus otros colegas de la Computación.

4.3. SI COMO IMAGEN ORGANIZACIONAL: EL ENFOQUE PROPUESTO

El argumento del enfoque propuesto para el concepto SI, parte de la idea que el rol de un profesional en SI es liderar al desarrollo de una práctica organizacional respecto a la información, que contribuya a la realización del propósito de la organización en su contexto social. Aunado a los aportes del pensamiento sistémico sobre las organizaciones desde el enfoque fenomenológico (Checkland y Scholes 1994, López Garay 2003), tal propósito no existe por sí mismo sino que se encuentra en continua definición y redefinición por los miembros de la organización, e implica no solo la determinación del bien a elaborar o el servicio a ofrecer sino el sentido social de la misma. Ahora bien, para desempeñar dicho rol exitosamente, se plantea que el profesional en SI debe entender los siguientes principios:

- La información es una compleja obra humana. Una computadora o un software empresarial no genera información, ya que esta es el resultado de la capacidad humana subjetiva e intersubjetiva de atribución de significado o sentido. Dicha capacidad posee connotaciones cognoscitivas, emotivas y biológicas.
- La información no es valiosa por sí misma, sino que su valor radica en la capacidad que le otorga a las personas para crear intenciones y actuar con propósito, en las habilidades de aprendizaje y comunicación que desarrollan quienes la generan y en el beneficio emotivo que para el ser humano tiene pasar de un estado de duda o ignorancia a uno de satisfacción o sentido para la acción.
- La información no se logra mediante tratamientos tecnológicos como si fuese un objeto físico independiente de los seres humanos, sino invirtiendo en el desarrollo de competencias de pensamiento y comunicación de las personas de la organización. Lo que es o no información no lo da un significado universal objetivo que puede automatizarse, sino las personas para las cuales una totalidad de ideas cobra sentido al satisfacer unos criterios subjetivos de explicación y encajar en un contexto comunicativo propio.
- La dinámica de información en una organización es un fenómeno complejo. Como fenómeno, el profesional en SI debe aceptar que este simplemente se da como consecuencia natural de la interacción entre las personas, la cuál es a su vez compleja por la diversidad y variabilidad involucrada en cualquier asunto humano.
- La dinámica de la información es particular para cada organización, pues se convierte en una extensión de la subjetividad e intersubjetividad allí presente. Por tanto, el desarrollo de una práctica organizacional respecto a la información supone la participación de todas las personas de la organización y en especial el apoyo de aquellas en roles formales o informales de dirección.

- La TI en el manejo organizacional de la información tiene un rol de apoyo. Sin embargo, no como la encargada de otorgarle a las personas la información que requieren, sino como medio para potenciar sus capacidades de pensamiento y comunicación.

Nótese la diferencia entre lo propuesto aquí y la sabiduría convencional de SI. En ella, como bien lo expresa López Garay (2003), se considera a las personas como seres carentes de significado, máquinas de decisión entrada-salida, ávidos de datos para lograr una meta establecida en un entorno dado. Por tanto, las organizaciones no son consideradas comunidades humanas basadas en el diálogo y la búsqueda de sentido, sino realidades externas a las cuales se les puede determinar objetivamente sus leyes de comportamiento, metas, necesidades de información, etc.

Por otro lado desde el enfoque propuesto, el desarrollo de una adecuada práctica organizacional respecto a la información está íntimamente ligado a la generación de conciencia sobre la propia organización y su particular fenómeno “informativo”. Es aquí donde un nuevo significado de “Sistema de Información” es requerido. Se define entonces un SI como una construcción sistémica (un concepto de totalidad) que puede ayudar a las personas de la organización a revelar el fenómeno de la información que en ella se da, ganar aprendizaje sobre el y orientar la acción reflexiva en pro de su mejoramiento (Tabla 17.)^{*}. Tal construcción sistémica, se estructura como una integridad de distinciones que resultan significativas sobre tal fenómeno. La tabla 17 presenta una descripción de tales distinciones^{**}.

Tabla 16. Definición propuesta para Sistema de Información.

Aspecto	Descripción
¿Qué es?	Una construcción sistémica
¿Cómo es?	Estructurada como una integridad de distinciones que resultan significativas sobre el fenómeno de la información que se da en la organización
¿Para qué es?	Ser usada como un medio que ayude a revelar dicho fenómeno, ganar aprendizaje sobre el y orientar la acción reflexiva en pro de su mejoramiento.
“Sistema de Información es una construcción sistémica, estructurada como una integridad de distinciones significativas sobre el fenómeno de la información que se da en la organización, que puede ayudar a las personas a revelar dicho fenómeno, ganar aprendizaje sobre el y orientar la acción reflexiva en pro de su mejoramiento”	

^{*} De acuerdo a esta definición, en SI posee el mismo estatus que un Sistema de Actividad Humana (HAS) y una Organización como Práctica (OCP), planteadas por Checkland (2000) y López Garay (2003) respectivamente, como medios de revelado del fenómeno organizacional. La forma como se puede hacer uso de los SI propuesto, se presentará en el próximo capítulo en el marco del enfoque que se propondrá para el Diseño de Sistemas de Información como Diseño Organizacional.

^{**} Las distinciones corresponden a planteamientos de Davenport (1999). Sin embargo, se debe aclarar que el autor no las presenta literalmente como distinciones del fenómeno de la información sino como componentes del enfoque que denomina “Ecología de la Información”. No obstante, se cree que en esencia lo que el autor expresa son las apreciaciones (discernimientos, distinciones) que, en su reconocida experiencia, ha identificado como relevantes para la administración organizacional de la información. Así, al sentir empatía y considerarlas cercanas al enfoque propuesto para SI, tales ideas han sido acogidas. En su obra, el autor detalla cada distinción (v. gr. Diferentes esquemas políticos de la información), con el fin orientar la acción de la organización en pro de su desarrollo.

Tabla 17. Distinciones que estructuran el concepto SI.

Distinción	Descripción
Estrategia de la Información	Propósito de alto nivel de la organización que establece qué se quiere hacer con la información en el negocio. Como estrategia, es una guía de acción sencilla sobre el rumbo de la organización que ha de mantenerse en continua y progresiva formulación.
Política de la Información	Esquema para gobernar tanto el poder que le confiere la información a las personas de la organización como las responsabilidades que rigen la gestión y uso de la misma. Su esencia, tiene que ver con la determinación de quién toma las decisiones para controlar la información y cómo estas se llevan a la práctica en la organización.
Comportamiento y Cultura de la Información	Modelo de las actitudes que expresan la orientación tanto de los individuos como de la organización hacia la información. Los comportamientos de las personas hacia la información conforman la cultura organizacional que implica cuánto la valoran, comparten, revelan y aprovechan.
Personal de la Información	Talento humano de la organización encargado de gestionar la información esencial para el negocio. Es el equipo de personas que en sus diferentes roles, resultan fundamentales en el desempeño de organización gracias a la información que gestionan.
Procesos de la Información	Disposición de las actividades llevadas a cabo por el personal de la información de la organización. Esto implica, entre otras cosas, la identificación de las acciones, recursos y responsables implicados en la identificación de la información necesaria, su generación y uso.
Arquitectura de la Información	Guía de la estructura y ubicación de la información necesaria dentro de la organización. Implica la definición de planos o mapas de la información del negocio para contribuir a mejorar el comportamiento de los usuarios.

(Basada en Davenport, 1999)

Con lo planteado hasta este punto de la sección, se intuye entonces que un Sistema de Información representa una forma particular de pensamiento sobre la organización, una metáfora, una imagen. Como plantea Morgan (1996, p.3), utilizar diferentes metáforas para comprender el complejo y paradójico carácter de la vida organizacional, puede permitir diseñar y gestionar organizaciones de un modo que no había sido pensado antes. La propuesta de Sistema de Información por tanto, es una imagen organizacional desde la perspectiva de la información, que ayuda a describir cómo son las organizaciones, ofrece ideas de cómo podrían ser y cómo se podría actuar en ellas. Como menciona Morgan, si se reconocen los fuertes lazos que unen el pensamiento y la acción en la vida organizacional, se debe reconocer también que la forma como se interpretan las organizaciones influyen en como se generan (Op. Cit. p.332).

4.4. VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ENFOQUE PROPUESTO

Entender un SI como una imagen organizacional desde la perspectiva de la información, posee varias limitaciones que requieren expresarse. Como cualquier idea que surge en confrontación con una sabiduría convencional, se debe reconocer que el enfoque propuesto tendrá dificultad para obtener aceptación. Esto es así, entre otras razones, porque cambiar la forma de pensar no resulta cómodo para las personas, más aún si sobre las ideas establecidas se han logrado gestar con el tiempo varios aportes que se consideran valiosos. No obstante, lo anterior no significa que los cambios de paradigma no se puedan dar. Para el caso específico de la idea de SI, transformar inicialmente los

ambientes de formación se considera la estrategia a seguir para producir un cambio natural aunque pausado en los contextos prácticos.

Por otro lado, es necesario aceptar que el enfoque propuesto aunque no es complejo no resulta tan elemental como el tradicional. Inmersos en un mundo donde predomina el paradigma cibernético, no resulta sencillo pensar en algo diferente a instrumentos independientes sujetos al control humano para lograr objetivos específicos. Sin embargo, tal limitante es un pequeño precio a pagar por mantener la coherencia con la intención manifestada de hacer uso del pensamiento sistémico para afrontar el fenómeno de la información en la organización. Adicional a lo expuesto, el enfoque sugerido exige a los profesionales en SI en lugar de capacidades técnicas para el trabajo con computadoras, fuertes competencias para la interacción con las personas. Esto puede traducirse en una limitante, pues el desarrollo de estas últimas habilidades resulta mucho más difícil ya que es fruto de la experiencia reflexiva en ambientes organizacionales. Complementariamente, en contextos como el colombiano, el enfoque propuesto le plantea el reto al profesional (Ingeniero de Sistemas) de abandonar el predominante rol pasivo y de soporte en las empresas y asumir posiciones activas y de liderazgo del negocio. Esto es algo para lo que no se encuentra preparado el común de dichos profesionales, pero que puede alcanzarse con programas de formación que asuman explícitamente la diversidad de la Computación como campo de estudio y decidan definir su orientación disciplinas, en este caso, hacia Sistemas de Información.

Aunado a lo anterior, la propuesta de SI como imagen organizacional pone el énfasis en los asuntos humanos los cuales resultan mucho más complejos que los meramente técnicos. De esta manera, el trabajo de un profesional en SI bajo este enfoque supone un significativo nivel de dificultad, lo que podría pensarse es otra limitante. Sin embargo, el mejoramiento organizacional no resulta una empresa sencilla y ningún profesional cuya función se oriente a tal fin posee una tarea fácil. Aunque en la sabiduría tradicional tal situación es también reconocida, desde la postura propuesta no se trata de lograr cambiar la organización con TI sino facilitar que el talento humano gestione la información que requiere para mejorar personalmente y así actuar en pro del propósito del negocio. Es claro que tan complejo esfuerzo es más una cuestión de aprendizaje organizacional que de optimización mediante tecnología. Ahora bien, pese a lo anterior, el enfoque propuesto entraña un conjunto de ventajas que le otorgan argumentos para ser tenido en cuenta. Inicialmente, el planteamiento sugerido tiene en cuenta la riqueza de los fundamentos conceptuales para Sistemas de Información (Capítulo 3), tratando de tomar aportes de los diferentes paradigmas o formas de pensamiento sobre ellos. Así, las nociones de sistema, organización, administración e información son más enriquecidas que sus homólogas de la sabiduría convencional. Esto más allá de constituirse en una ventaja teórica, le permite al profesional en SI adelantar su función con una visión más amplia que la restringida perspectiva cibernética.

De manera complementaria, concebir un SI como una imagen organizacional abre las puertas para nuevas formas de entender y actuar en los contextos de negocio. Esto más que una ventaja, se plantea como una necesidad en el actual entorno socioeconómico mundial donde la información se pregona como el detonante de una “segunda revolución

industrial". Un elemento trascendental para tal re-pensamiento, lo constituye la devolución a las personas de su rol principal para el mejoramiento organizacional, lo cual es evidente en el enfoque propuesto y por ende se convierte en otras de sus ventajas. Como se mencionó, son las personas y no la TI las que generan información y con ella crean intenciones para actuar con propósito. Por otro lado, la que se puede considerar quizá la principal ventaja del planteamiento propuesto, es su implícita intención de dar coherencia a la interrelación entre varios de los profesionales de la Computación. Como se ha expuesto, bajo el marco actual del CC2005, la función del profesional en SI parece borrosa pues se traslapa en gran medida con el enfoque de los Ingenieros(as) de Software y los profesionales en Tecnología de Información. Desde la perspectiva sugerida, existe una clara diferencia entre los roles, pues mientras los miembros de las disciplinas Ingeniería del Software y Tecnología de Información concentran su trabajo en el desarrollo de TI para apoyar a las organizaciones, el profesional en SI se enfoca en las personas y en la información como obra humana que adecuadamente gestionada contribuye al mejoramiento del negocio.

Estrechamente vinculada con la anterior, aparece otra ventaja más del enfoque sugerido: Su condición de fuente de ideas para enriquecer la profesión en SI. Aunque de acuerdo con la sabiduría convencional dicho rol debe poseer competencias administrativas, la idea propuesta abre caminos para pensarlo no como un profesional de apoyo a la alta dirección sino como un director organizacional que administra el negocio haciendo uso del pensamiento sistémico y dando énfasis a las personas y a la información como un valioso activo. El enfoque propuesto también trae consigo la ventaja que amplía el campo de investigación y práctica no solo para la Computación sino para disciplinas como la Administración. Aunque existen avances teóricos y prácticos hacia esta dirección como los expuestos en Cornella (1994), Checkland y Holwell (1998), Davenport (1999) y Cornella (2000), aún existe mucho terreno inexplorado y muchas ideas por desarrollar. Justamente para el caso nacional, la idea de SI como imagen organizacional resulta aún más favorable porque da fundamentos para que, iniciando en los contextos de formación, se gesticone un desarrollo organizacional a la colombiana que aproveche las grandes capacidades del recurso humano nacional e impulse al país a una mejor situación que el estado de dependencia tecnológica en la que se encuentra.

5. DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Explorar el Diseño de Sistemas de Información (DSI), requiere como paso previo entender la noción de Diseño. Si bien tal concepto resulta amplio, el marco que se considera significativo para su estudio es la Ingeniería en general y la Ingeniería de Sistemas de INCOSE en particular. Dos razones argumentan tal determinación. La primera, es que la Ingeniería ha sido definitiva en la conformación de la denominada Ciencia del Diseño^{*}. La segunda, es que en Colombia el trabajo en SI, aunque carente de una estructura disciplinar propia, se encuentra comprendido en el marco de una de las ramas de la Ingeniería reconocida estatalmente, a saber, la “Ingeniería de Sistemas o Ingeniería Informática”^{**}. Al comprender entonces el significado del diseño, una nueva lección surge para el trabajo en SI: La actividad principal de un profesional de la disciplina Sistemas de Información, debería ser el Diseño de Sistemas de Información. Sin embargo, tomando como referente el argumento presentado en el capítulo anterior, es claro que tal actividad variará sustancialmente si se concibe un SI desde la perspectiva convencional (un software empresarial) o desde el enfoque propuesto por el Grupo de Investigación STI (una imagen organizacional). Si se opta por la primera alternativa, el DSI resulta siendo análogo al Diseño de Software, el cual, desde el CC2005, es una de las temáticas esenciales de la disciplina Ingeniería del Software. Lo anterior, no hace más que contribuir a la confusión existente sobre el alcance y los vínculos entre las diferentes disciplinas computacionales. No obstante, al elegir la segunda opción, el rol de un profesional en SI se diferencia de sus colegas de la Computación pero a su vez establece vínculos, pues el DSI es entonces entendido como Diseño Organizacional desde el enfoque de la información. Desde esta última perspectiva, el DSI se convierte en un área de investigación y acción ávida de aportes que desarrollen la contribución germinal que se presentará en este capítulo.

5.1. NOCIÓN DE DISEÑO

Como se plantea en el Apéndice II, la Ingeniería es la actividad humana cuyo interés es la aplicación del conocimiento científico en el desarrollo de tecnología que contribuya al bienestar de la sociedad. Con otras palabras, la Ingeniería se interesa en la generación de medios sustentada en un conocimiento científico organizado. Así pues, el Ingeniero es en

^{*} Parafraseando a Herbert Simon en Dym y Little (2002, p. vii-viii), la Ciencia del Diseño es el resultado de la aplicación del rigor científico para hacer frente a la heurística e intuición que por años condujo a entender el diseño como un arte. Su núcleo, ha sido la formalización del proceso de diseño. Entre sus disciplinas contribuyentes, se cuentan la Ingeniería, la Administración y la Computación.

^{**} Esta situación es una particularidad nacional, pues la disciplina SI desde su origen posee más cercanía a la Administración que a la Ingeniería. Más aún, cómo se presentó en el capítulo 2, en el mundo los programas de formación en SI se encuentran generalmente comprendidos en las Facultades de Administración de las universidades. Esta es otra razón para que en Colombia, tomando como referente el CC2005, se de la diversificación de los programas de formación profesional en Computación. Si bien ha sido un desatino de ACOFI (2004) y ACOFI (2005) proponer embeber las cinco disciplinas computacionales en la “Ingeniería de Sistemas” nacional, lo es aún más cuando sólo dos de ellas según el CC2005 poseen el carácter de Ingeniería, a saber, la Ingeniería de las Computadoras y la Ingeniería del Software.

esencia un solucionador de problemas que se ayuda con la ciencia. Para la generación de las soluciones, la Ingeniería posee un proceso propio denominado "Diseño". La esencia de la Ingeniería es el Diseño. Las demás actividades que implica la profesión se derivan de esta principal (Dym y Little, 2002, p. ix; Grech, 2001, p.72; Krick, 1999, p. 47; Wright, 2004, p.121).

5.1.1. Diseño en Ingeniería

El Diseño en Ingeniería, según Dym y Little (2002, p. 9), se define como:

[El proceso de] ...generación y evaluación sistemática e inteligente de especificaciones para artefactos cuya forma y función alcanzan los objetivos establecidos y satisfacen las restricciones especificadas.

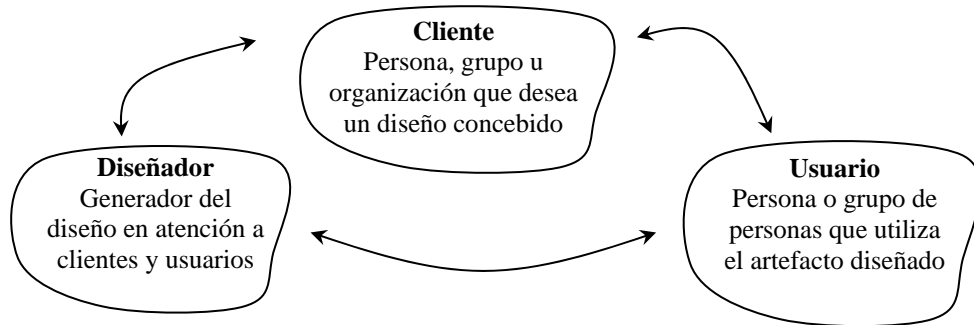
La tabla 18 extracta y explica brevemente los términos clave de la anterior definición.

Tabla 18. Términos clave en la definición de Diseño en Ingeniería.

Término Clave	Descripción
Artefactos	Objetos hechos por el hombre, generalmente bajo la forma de estructuras, procesos o dispositivos
Forma	Configuración o geometría del artefacto
Función	Conjunto de cosas que el artefacto hace
Especificaciones	Descripciones precisas de las propiedades del artefacto. Se dividen en Parámetros de Desempeño (indicadores de la función) y en Atributos (Características geométricas del artefacto)
Sistemático	Ordenado, organizado y metódico
Inteligente	Creativo y basado en la innovación
Objetivo	Punto hacia el cual se dirige un esfuerzo
Restricción	Condición, medio o fuerza que impone una prohibición, tope o limitación

Todo proceso de diseño implica la participación de tres roles: Diseñador, Cliente y Usuario. El rol Cliente representa la persona, grupo u organización que desea un diseño concebido ya que posee una situación problema particular. El rol Usuario representa todas aquellas personas u entidades que utilizarán o se beneficiarán con el artefacto diseñado. El rol Diseñador por tanto, representa al(los) generador(es) del diseño en atención a clientes y usuarios. La figura 11 esquematiza la relación existente entre ellos según Dym y Little (2002, p.2-9), la cuál se denomina el Triángulo del Diseño. A través del Diseño entonces, el Ingeniero (Diseñador) estudia los problemas que le presentan los clientes y plantea las soluciones que aprovecharán los usuarios. El Diseño es por tanto el proceso esencial de la Ingeniería y como tal posee un conjunto de fases que lo conforman. Pese a que existen diversas versiones, es posible abstraer un conjunto básico de ellas (Tabla 19). Además de fases, el proceso de diseño posee dos ciclos básicos, uno interno y otro externo. El primero se denomina "Verificación", donde los resultados de la tarea de prueba y evaluación se realimentan a la fase de diseño preliminar para verificar que el diseño funciona como se esperaba.

Figura 11. El triángulo del diseño en Ingeniería.



El segundo se denomina “Validación”, donde el producto resultante ha sido utilizado en el mercado para el que fue pensado y de esta manera el usuario valida el diseño (Dym y Little, 2002, p.37-38). El proceso implica también iteraciones o repeticiones. Las primeras cuatro tareas es de esperarse que se repitan en alguna forma en la fases B, C y D para conservar en mente los objetivos originales, así como las tareas 7 y 8 cuando se requiere realizar un rediseño específico.

Tabla 19. El Proceso de Diseño en Ingeniería*.

Fase	Propósito	Datos de Entrada	Tareas	Resultados
A) Definición del problema	Aclarar los objetivos establecidos por el cliente ya reunir información necesaria para desarrollar un planteamiento de Ingeniería de lo que el cliente desea.	- Planteamiento del cliente	- Aclarar los objetivos del diseño (1) - Establecer los requerimientos del usuario (2) - Identificar restricciones (3) - Establecer funciones (4)	- Planteamiento modificado del problema - Objetivos detallados (ponderados) - Restricciones - Requerimientos del usuario - Funciones
B) Diseño conceptual	Generación de conceptos o esquemas de diseños alternativos	- Planteamiento modificado del problema - Objetivos detallados (ponderados) - Restricciones - Requerimientos del usuario - Funciones	- Establecer especificaciones de diseño (5) - Generar alternativas de diseño (6)	- Diseño(s) o esquema(s) conceptual(es) - Especificaciones de diseño
C) Diseño preliminar	Identificación de los atributos principales de los conceptos o esquemas de diseño	- Diseño(s) o esquema(s) conceptual(es) - Especificaciones de diseño	- Modelar y analizar alternativas de diseño conceptual (7) - Probar y evaluar las alternativas de diseño conceptual (8)	- Diseño seleccionado - Prueba y evaluación resultante

* Aunque la tabla presenta la propuesta de Dym y Little (2002, p.25-81), el lector puede encontrar alternativas no distintas en esencia en Krick (1999, p.121), Wright (2004, p. 122-147) y Grech (2001, p.77).

Tabla 19. El Proceso de Diseño en Ingeniería (Continuación)

Fase	Propósito	Datos de Entrada	Tareas	Resultados
D) Diseño detallado	Afinar y definir en forma detallada el diseño final	- Diseño seleccionado - Prueba y evaluación resultante	- Afinar y optimizar la alternativa de diseño seleccionada (9)	- Especificaciones de fabricación propuestas - Revisión de diseño final por el cliente
E) Comunicación del diseño	Documentar las especificaciones de fabricación y su justificación	- Especificaciones de fabricación propuestas - Revisión de diseño final por el cliente	- Documentar el diseño terminado (10)	- Informes finales al cliente que contienen las especificaciones de fabricación y sus respectivas justificaciones

(Basada en Dym y Little, 2002)

5.1.2. Diseño en Ingeniería de Sistemas

En el enfoque de INCOSE (Anexo I), el diseño en Ingeniería se orienta a los sistemas, claro está, entendiendo estos desde el paradigma cibernético (Ver capítulo 3). Así, el Diseño de Sistemas hace parte del denominado “Proceso de Ingeniería de Sistemas” que se ilustra en la figura 12 y se define de la siguiente manera:

[El proceso de Ingeniería de Sistemas] es básicamente un enfoque iterativo para la administración técnica, la adquisición y suministro, el diseño del sistema, la realización del producto y la evaluación técnica de cada nivel del sistema, iniciado en el más alto (el nivel sistema) y propagándose a dichas actividades mediante una serie de pasos que eventualmente conducen a una solución preferida de sistema (INCOSE 2004, p.16 – Traducción de los autores).

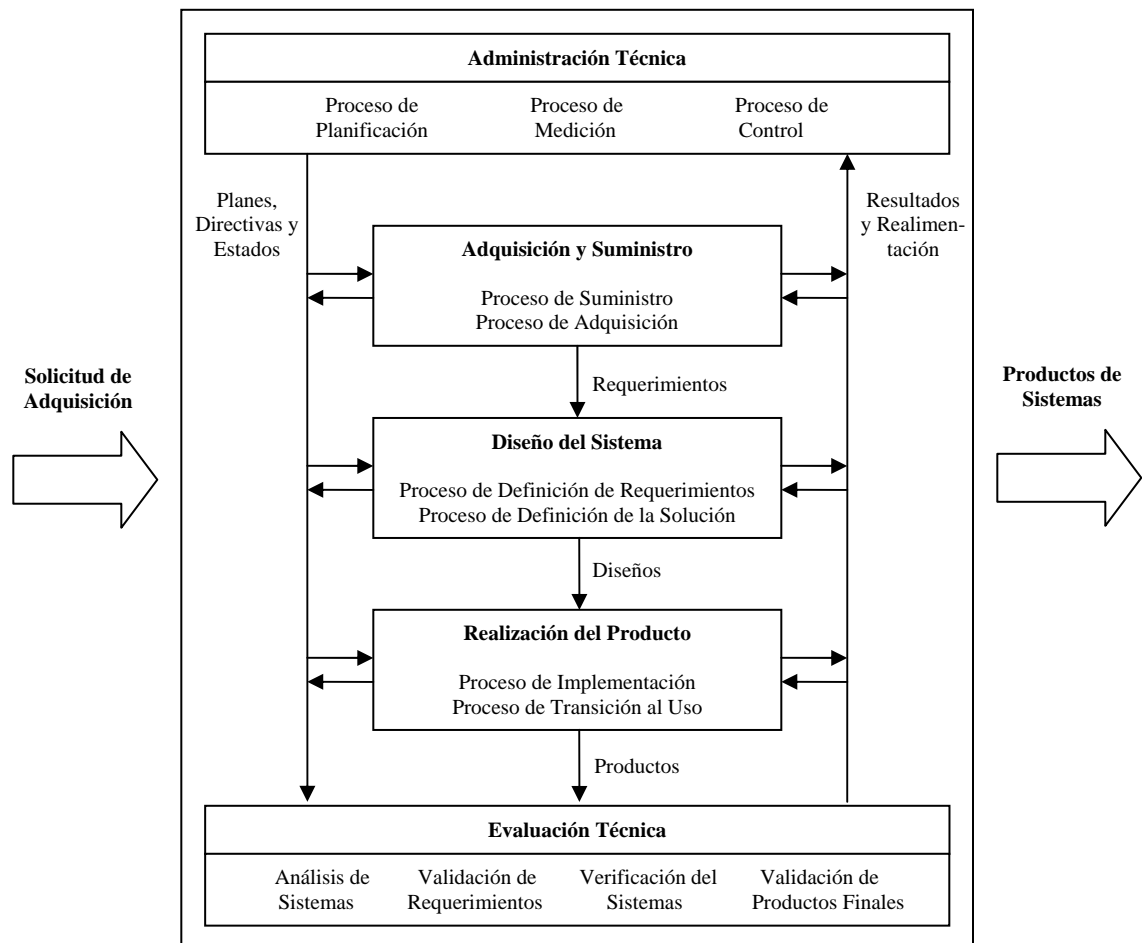
El Proceso de Ingeniería de Sistemas debe ser visto como un esfuerzo mayor para la comunicación y administración de equipos de expertos que carecen de un paradigma y lenguaje común pero requieren trabajar juntos para lograr un objetivo colectivo. Es un proceso iterativo que expande estratégicamente el sentido común sobre (1) el entendimiento de un problema antes de resolverlo, (2) el examen de soluciones alternativas y (3) la verificación que la solución seleccionada es correcta antes de continuar las actividades de definición o proceder al próximo problema (Op. Cit. 27).

Tras la fase de Adquisición y Suministro cuyo propósito es la definición de necesidades del cliente y del usuario, se lleva a cabo el Diseño del Sistema. Este, es un proceso iterativo que transforma las necesidades cliente/usuario en una solución “costo efectiva” que implica un apropiado balance entre dichas necesidades y una cantidad de riesgo aceptable. La fase de Diseño del Sistema, tiene como entrada los requerimientos de los actores involucrados y del sistema en un nivel de complejidad mayor; y como salida las

especificaciones y datos del diseño. Para generar dicha salida, la fase de diseño comprende dos actividades interactuantes (figura 13): Precisar los requerimientos (donde se validan los requerimientos del sistema) y definir la solución (donde se determina la arquitectura del sistema) (Op. Cit. 31-33).

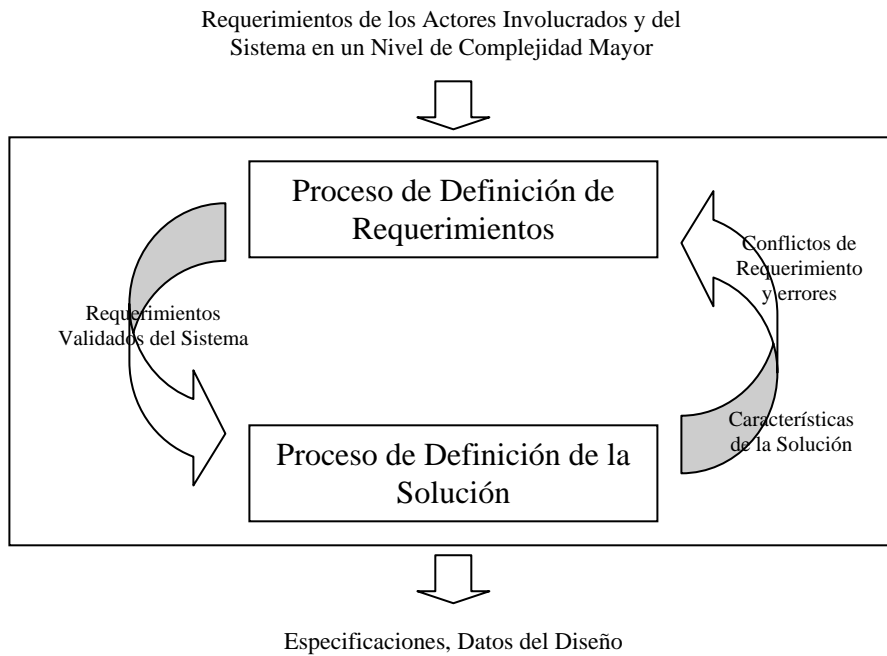
Contrastando el diseño en Ingeniería y el diseño en Ingeniería de Sistemas es claro que resultan semejantes, pese a que para el segundo la definición inicial de los requerimientos de clientes y usuarios no haga parte del proceso. Esto conlleva a preguntarse si tal enfoque resulta extensible para el caso del Diseño de Sistemas de Información (DSI). Tal respuesta será el tema de la siguiente sección del capítulo.

Figura 12. El proceso de la Ingeniería de Sistemas.



(Basada en INCOSE, 2004)

Figura 13. El Diseño de Sistemas en la Ingeniería de Sistemas.



(Basada en INCOSE, 2004)

5.2. DSI CONVENCIONAL: DISEÑO DE SOFTWARE

Como se vio en el capítulo anterior, el concepto de Sistema de Información en la sabiduría convencional resulta ser equiparable al de Software Empresarial. Esto implica que el diseño de un SI desde el enfoque tradicional corresponde al diseño de un software. Para sustentar tal afirmación, se procederá en esta sección a presentar las ideas de la Ingeniería del Software sobre el asunto, para luego contrastarlas con los planteamientos sobre el tema en los textos habituales sobre SI.

5.2.1. Ciclo de Vida del Software, Ciclo y Proceso de Desarrollo de Software

Para entender lo que significa el diseño de software, es necesario antes dar claridad sobre un conjunto de conceptos clave. Según IEEE (1990), un software, como cualquier proyecto, está sujeto a un período de tiempo que inicia cuando el producto es concebido y termina cuando este deja de estar disponible para su uso. Dicho lapso de tiempo recibe la denominación de Ciclo de Vida del Software (CVDS). Generalmente, el CVDS se divide en fases o períodos de tiempo intermedios que conforman los diferentes estados del proyecto: Concepto, Requerimientos, Diseño, Implementación, Prueba, Instalación y Puesta en Producción (Checkout), Operación y Mantenimiento, Retiro. Estas fases

pueden sobreponerse, desempeñarse lineal o iterativamente, etc. Ahora bien, el período de tiempo dentro del CVDS que se ve comprendido desde la decisión de desarrollar el producto hasta que el software es entregado se denomina Ciclo de Desarrollo Software (CDS). De esta manera, el CDS incluye generalmente las siguientes fases: Requerimientos, Diseño, Implementación, Prueba, Instalación y Puesta en Producción. Nótese que el CVDS difiere del CDS en que este último no comprende las fases de Concepto y Retiro.

En los planteamientos de la Ingeniería del Software, la manera como se lleva a cabo el CDS puede variar, existiendo diferentes modelos para ejecutar dicho tiempo. Esas diferentes formas reciben el nombre de Proceso de Desarrollo de Software (PDS). El PDS es entonces la manera como las necesidades del usuario son traducidas al producto software. El proceso incluye las actividades de transcribir las necesidades del usuario en requerimientos del software, transformar los requerimientos en el diseño, implementar el diseño en código, probar el código e instalar y poner en producción el software para su uso operacional. Entre los diferentes modelos del PDS se encuentran el Desarrollo Incremental, el Modelo Espiral, el Prototipado Rápido y el Modelo de Cascada.

5.2.2. Proceso, Estrategias y Métodos de Diseño de Software

Teniendo en claro los conceptos anteriores, es posible precisar la idea de diseño de software. Según IEEE (2004, p.3-1), existen dos acepciones: (1) el proceso de definir la arquitectura, componentes, interfaces y otras características del software; (2) el resultado de dicho proceso. Visto como un proceso, el diseño es la actividad en la cual los requerimientos del software son analizados y ordenados para producir una descripción de la estructura interna del mismo que servirá de base para su construcción. Más precisamente, el diseño debe describir la arquitectura del software (cómo el software es descompuesto y organizado en componentes), las interfaces entre los componentes y los componentes por sí mismos en un nivel de detalle que permitan su construcción. El diseño de software juega un importante papel en el desarrollo pues permite a los Ingenieros producir varios modelos que forman una especie de plano de la solución a ser implementada. Estos modelos pueden analizarse y evaluarse para determinar cual(es) es(son) el(los) que mejor satisface(n) los requerimientos. Igualmente, los modelos resultantes pueden usarse tanto para planear las actividades subsecuentes del desarrollo como para la entrada y el punto de inicio de la construcción y prueba. El diseño de software consiste en dos actividades que sirven de unión entre el análisis de los requerimientos del software y la construcción del mismo, a saber, el Diseño de la Arquitectura del Software (DAS) y el Diseño Detallado del Software (DDS). El DAS también llamado diseño general o de alto nivel, describe la estructura y organización del software de manera general e identifica sus varios componentes. El DDS describe cada componente suficientemente como para permitir su construcción.

Ahora bien, existen varias estrategias generales para ayudar a guiar el proceso de diseño. Algunas de las más citadas y útiles son entre otras: dividir y conquistar y refinamiento paso a paso, estrategias top-down vs bottom-up, abstracción de datos y ocultamiento de

información, uso de heurísticos, uso de patrones y lenguajes de patrones, uso de un enfoque iterativo e incremental. En contraste con las estrategias, los métodos son más específicos y generalmente proveen un conjunto de notaciones, un proceso y una colección de lineamientos a ser usados. Tales métodos son útiles como medios para la transmisión de conocimiento y como marco de trabajo para equipos de Ingenieros Software (Op. Cit.,p. 3-5). La tabla 20 describe los métodos más comunes, que junto con los otros planteamientos presentados de la Ingeniería de Software, permitirán realizar la comparación con el DSI convencional.

Tabla 20. Métodos de Diseño de Software.

Método	Descripción
Diseño Estructurado (Orientado a la Función)	Método clásico del diseño de software, donde la descomposición se centra en identificar las funciones principales del software para entonces elaborarlas y refinarlas usando una estrategia top-down. El diseño estructurado es usado generalmente después del análisis estructurado, el cual produce entre otras cosas los Diagramas de Flujo de Datos (DFD) y descripciones de los procesos asociados.
Diseño Orientado a Objetos	Este método ha evolucionado desde sus inicios a mediados de los 80s, cuando se homologaba un sustantivo a un objeto, un verbo a un método y un adjetivo a un atributo. En el actual diseño OO, la herencia y el polimorfismo juegan un rol principal y sus raíces se encuentran en el concepto de abstracción de datos.
Diseño Centrado en Datos/Estructura	Este método (Con exponentes como Jackson y Warnier-Orr) se enfoca más en las estructuras de datos que un programa manipula que en las funciones que desempeña. Los Ingenieros Software describen primero las estructuras de entrada y salida de datos (Usando los diagramas de estructura de Jackson por ejemplo) y entonces desarrollan la estructura de control del programa basada en dichos diagramas de datos.
Diseño Basado en Componentes	Un componente software es una unidad independiente, que tiene una interfaz bien definida y relaciones que pueden ser conformadas y desplegadas independientemente. Este método de diseño, se orienta a la provisión, desarrollo e integración de dichos componentes con el fin de mejorar su reutilización.

(Basada en IEEE, 2004)

5.2.3. Diseño de Software y DSI Convencional

Según Laudon y Laudon (2004, p.389-406), el DSI se enmarca dentro del Desarrollo de Sistemas de Información. Este último, es un proceso organizado para producir una solución de SI para un problema u oportunidad de la organización. El proceso se compone básicamente de las siguientes actividades: Análisis (Estudio del problema y establecimiento de requisitos de información), Diseño (Planteamiento de las especificaciones de cómo el SI satisfará los requisitos), Programación (Traducción a código de programas de las especificaciones del SI), Pruebas (Examen exhaustivo y minucioso para determinar si el SI produce los resultados deseados en condiciones conocidas), Conversión (Cambio del SI antiguo al nuevo), Producción (Uso y estudio del SI para ver que tan bien ha cumplido con sus metas), y Mantenimiento (Realización de cambios en el SI en producción, para corregir errores, cumplir nuevos requisitos o mejorar la eficiencia de procesamiento). Dichas actividades se efectúan normalmente en orden secuencial, sin embargo, es posible que algunas necesiten repetirse o realizarse simultáneamente, dependiendo del método de desarrollo que se utilice (v. gr. ciclo de vida clásico, prototipado, desarrollo rápido de aplicaciones). Específicamente, el DSI según

Laudon y Laudon, tiene como fin mostrar cómo el SI cumplirá el objetivo para el que fue pensado. El diseño es el modelo o plan general para el SI y consta de todas las especificaciones para darle forma y estructurarlo. Tales especificaciones son, entre otras, las de entrada, interfaz de usuario, diseño de la base de datos, procesamiento, controles y seguridad. Cada diseño representa una mezcla única de componentes técnicos y organizacionales, destacándose aquellos que con facilidad y eficiencia cumplen con los requerimientos del usuario dentro de un conjunto específico de restricciones técnicas, organizacionales, financieras y de tiempo. De manera equivalente Davis y Olson (1987, p. 593), ubican al DSI dentro de lo que denominan el Ciclo de Vida para el Desarrollo de Sistemas de Aplicación. Dicho ciclo de vida está constituido básicamente por tres etapas: definición, desarrollo e instalación y operación (Tabla 21). En lo que respecta al diseño, se plantea que este posee dos instancias básicas: el diseño conceptual y el diseño físico del SI (Tabla 22). Resulta evidente la correspondencia (pese a la falta de rigor conceptual del DSI convencional) de lo aquí planteado con las ideas de la Ingeniería del Software. Esto ratifica lo mencionado en el capítulo anterior, a saber, que en la sabiduría convencional un SI no es otra cosa que un software empresarial y que por ende el DSI resulta siendo el diseño de software.

5.3. DSI PROPUESTO: DISEÑO ORGANIZACIONAL

Al hacer una mirada retrospectiva sobre lo planteado para el Diseño en Ingeniería, el Diseño en Ingeniería de Sistemas (Diseño de Sistemas desde el enfoque cibernético) y el DSI convencional (Diseño de Software Empresarial), resulta clara la semejanza entre ellos en la mayoría de los planteamientos presentados.

Tabla 21. Ciclo de vida para el desarrollo de SI desde el enfoque convencional.

Etapas	Fases	Descripción
Definición	Definición de la propuesta	Preparación de la solicitud de una aplicación propuesta.
	Determinación de la factibilidad	Evaluación de la factibilidad y de la relación costo beneficio de la aplicación propuesta.
	Análisis de los requerimientos de información	Determinación de la información que se necesita.
	Diseño Conceptual	Diseño de la aplicación orientado al usuario.
Desarrollo	Diseño físico del sistema	Diseño detallado de los flujos y de los procesos en el sistema de procesamiento de la aplicación y la especificación de las instalaciones del programa.
	Diseño físico de la base de datos	Diseño del esquema interno de los datos de la base de datos o diseño de los archivos.
	Desarrollo de la programación	Modificación y prueba de los programas de computación.
	Desarrollo de los procedimientos	Diseño de los procedimientos y preparación de las instrucciones para el usuario.
Instalación y Operación	Conversión	Prueba final del sistema de conversión.
	Instalación y mantenimiento	Operación diaria, modificación y mantenimiento.
	Post-auditoría	Evaluación del proceso de desarrollo, sistemas de aplicación y resultados de su empleo.

(Basada en Davis y Olson, 1987)

Tabla 22. Instancias del DSI convencional.

Instancia	Descripción
Diseño Conceptual	También denominado diseño externo o diseño general. Hace énfasis en la aplicación tal como es vista por quienes la operarán o utilizarán los resultados del sistema. Establece las funciones de entrada y salida que ejecutará la aplicación, así como los controles y auditoría. Trata las funciones reales de procesamiento como “cajas negras”.
Diseño Físico	También denominado diseño interno o detallado. Está basado en los requerimientos de información y el diseño conceptual. Proporciona la base para el diseño físico de la base de datos, el desarrollo de programas y el desarrollo de procedimientos. Los usuarios pueden participar en esta fase pero muchos de los trabajos requieren expertos en procesamiento de datos en lugar de expertos en las funciones del usuario. Consiste en definir cómo las “cajas negras” producen las salidas con base en las entradas definidas. Existen varios métodos entre los que se encuentran el diseño estructurado, descendente., HIPO y SADT.

(Basada en Davis y Olson, 1987)

En los tres, existe el supuesto que el objeto de diseño resulta ser independiente del diseñador y que por tanto puede someterse a una experimentación, manipulación, elaboración y prueba controlada y determinársele una forma, una estructura y una función que sea la más eficiente posible. Sin embargo, cuando un SI se toma desde el enfoque propuesto en el capítulo anterior, a saber, una imagen organizacional; la idea de diseño requiere ser enriquecida. Esto se debe a que el “objeto” de diseño, la organización, escapa al intento de atraparlo bajo una naturaleza objetiva y controlable tal como se vio en el capítulo 3. Ampliar la visión sobre el diseño, es entonces un paso previo para la presentación del DSI como Diseño Organizacional.

5.3.1. Una noción enriquecida de Diseño

El diseño en general, puede entenderse como un intento de formalización de la habilidad humana para plantear soluciones a problemas. Por tanto, se entiende como un proceso que abarca la acción de definir el problema, necesidad u oportunidad, plantearle un conjunto de alternativas de solución, seleccionar una de ellas de acuerdo con unos parámetros predefinidos y especificarla para que pueda ser realizada. Bajo este esquema, el diseño resulta cercano e intuitivamente aceptable pues hace explícito para las personas un proceso que se lleva a cabo constantemente aunque en ocasiones de forma inconsciente. Sin embargo, tal cual se ha planteado en las secciones anteriores, la noción de diseño resulta limitada como consecuencia de su implícita posición ontoepistemológica realista-positivista, con otras palabras, su postura cibernética (Ver Capítulo 3). Tales limitantes, son entonces fuente de posibilidades para enriquecer el concepto.

Inicialmente, existe en el diseño el supuesto que la definición del problema implica una naturaleza transaccional, es decir, que los clientes y usuarios “le entregan” al diseñador un conjunto de necesidades que poseen y que este último se encarga de “acogerlas”, corroborarlas, organizarlas y traducirlas a un lenguaje más técnico para continuar con su actividad. Esta visión de la definición del problema, puede resultar aplicable cuando la complejidad de lo que se pretende mejorar o solucionar es relativamente baja y

expresable y/o cuando la definición de lo que “está mal” no genera abiertamente múltiples y contradictorias perspectivas y expectativas. No obstante, cuando el “objeto” de mejora es una organización, la definición de lo que se encuentra mal o es deseable de perfeccionar no puede limitarse sólo a la estructuración de las opiniones de los involucrados, pues la situación problema, compleja por sí misma, les trasciende y comprende. De esta manera, no basta con que el diseñador adopte una actitud detectivesca para hallarle una forma coherente y corroborable a las declaraciones de los implicados. Se necesita ir más allá y facilitar medios para contribuir a revelar, sacar a flote, los aspectos de la situación organizacional que se desean mejorar. Aún más, se le requiere al diseñador la conciencia de que su participación afecta la situación problema pues influye en las personas de la organización.

En esta línea de ideas, si el establecimiento de la situación problema involucra una labor continua de revelado en la que la participación reflexiva de los actores organizacionales es crucial y necesaria, resultaría contradictorio pensar que el planteamiento de las soluciones y la posterior especificación de la que resulte seleccionada fuese potestad exclusiva del diseñador. Así, el planteamiento del curso de acción para mejorar lo que se revele colectivamente como problemático requiere también la participación activa de las personas de la organización. El diseñador entonces, cambia su rol ideal de experto y se convierte en un orientador y estimulador que contribuye a generar espacios para que se gesten mejoras acordadas colectivamente. De esta manera, a la especificación de la solución se le quita la fachada de objetividad que posee cuando esta se asume como responsabilidad de un experto, que ha logrado determinarla con base en un problema definido de una manera apariencia igualmente objetiva. La validez de la solución entonces, radica en la identificación con y el acuerdo y aceptación de la mejora a realizar que se dé entre los involucrados.

Ahora bien, al llevar la noción de diseño presentada en las secciones anteriores para aplicarla a la organización, otra limitante sale a flote. Dado que el cambio organizacional es una cuestión de modificación en el comportamiento, valores, actitudes y capacidades de las personas, la solución a una problemática de este tipo no puede equipararse a la especificación de un artefacto. De esta manera, lo importante en el diseño organizacional es más el proceso que el producto, ya que mediante este las personas ganan conciencia de la situación y por ende pueden modificar su forma de pensar y actuar. La definición del curso de acción para mejorar la organización (el producto), resulta entonces inútil e irrealizable si las personas no desarrollan un nivel de participación para proponerlo, apertura para debatirlo y compromiso para llevarlo a cabo (el proceso). Teniendo en cuenta los anteriores planteamientos orientados a enriquecer la noción de diseño, es momento de presentar el enfoque propuesto para el DSI.

5.3.2. Principios, Propósito, Participantes y Proceso del DSI

Entender un SI no como un software empresarial sino como una imagen organizacional, conlleva a comprender su diseño no como una especificación de un producto software sino como la definición de un curso de acción para el mejoramiento de la organización

desde la perspectiva de la información. Así las cosas, en esta sección se procederá, bajo cuatro categorías explicativas, a ofrecer un primer avance en la formalización de un proceso orientado hacia tal fin

Categoría 1: Principios del DSI como Diseño Organizacional

Adicional a los principios sobre la información en el contexto organizacional presentados en la sección 4.3, el DSI le supone al profesional en SI entender que:

- El propósito fundamental de la información es informar a la gente. A su vez, son las personas quienes pueden atribuir significado de acuerdo a sus marcos intelectuales, contextos e intereses. Por consiguiente, las personas son el núcleo para el trabajo en SI. En lugar de estudiar el fenómeno de la información en las organizaciones con base en las máquinas (TI), el DSI se centra en los grupos humanos.
- Dado que el ambiente de las organizaciones y ellas en sí mismas son continuamente cambiantes y complejas, es imposible entender o prever por completo cómo evolucionará el fenómeno de la información de una empresa. Por consiguiente, la aplicación del DSI implica tener en cuenta el cambio organizacional y mantener la flexibilidad en el pensamiento y acción en la situación
- Contribuir al desarrollo organizacional requiere asumir la actitud de diseñar presentes deseados para cada situación particular, y establecer los medios para reproducir dicho estado. Igualmente, impone la participación de todos los implicados en la organización. El DSI por consiguiente, no es un enfoque a ejecutar exclusivamente por el profesional en SI, por el contrario, debe implicar a todos los miembros de la organización interesados en establecer el estado deseado de la situación hoy y los medios para lograrlo.
- La particularidad de las situaciones requiere de adaptabilidad. El DSI no pretende ser una técnica o método de solución de problemas organizacionales. Por el contrario, el DSI es un enfoque que brinda lineamientos guía para ayudar al desarrollo organizacional, situación particular para cada contexto empresarial. Por tanto, el profesional en SI podrá usar y adaptar el DSI de muchas maneras diferentes y en situaciones diferentes, y en cualquier caso será él quien interpretará el uso potencial del mismo.
- El trabajo con el enfoque DSI requiere que el profesional en SI tome consciencia de la necesidad de generar lecciones metodológicas (de uso del enfoque), lecciones conceptuales (de los fundamentos teóricos), y lecciones situacionales

(de las situaciones organizacionales bajo estudio). De esta manera, la aplicación del DSI se torna reflexiva y contribuye al enriquecimiento del enfoque y al desarrollo personal del profesional en SI.

Categoría 2: Propósito del DSI como Diseño Organizacional

Como se planteó en la sección 4.3, el argumento del enfoque propuesto para el concepto SI parte de la idea que el rol de un profesional en SI es liderar al desarrollo de una práctica organizacional respecto a la información, que contribuya a la realización del fin de la organización en su contexto social. Así las cosas, el DSI tiene como propósito ofrecerle al profesional en SI un conjunto de orientaciones y lineamientos para el desempeño de su rol, formalizado en un proceso o secuencia lógica de actividades a ser ejecutadas por los diferentes participantes del DSI.

Categoría 3: Participantes del DSI como Diseño Organizacional

Con base en las ideas planteadas sobre el triángulo del diseño en la sección 5.1, el enfoque para el DSI tiene en cuenta la participación de dichos roles pero con una visión más amplia:

- **Cliente:** Se entiende como el rol que asumen las personas de la organización, incluyendo al profesional en SI, cuando consideran que son los principalmente implicados en ocasionar que un proceso de DSI se lleve a cabo. Es claro que generalmente en las organizaciones dicho rol es asumido por las directivas, ya que institucionalmente se les ha dado la función de generar iniciativas para buscar mejorar alguna situación particular. Sin embargo, en la realidad organizacional muchas iniciativas surgen de personas en posiciones diferentes a las de dirección y llegan al punto de evolucionar como iniciativas de toda la organización gracias al grado de influencia que logran ejercer sus generadores. Por tanto, en el DSI la determinación de quiénes son clientes requiere una reflexión más profunda.
- **Usuario:** Se entiende como el rol que asumen las personas de la organización, incluyendo al profesional en SI, cuando o bien consideran que son los principalmente afectados por una situación que resulta para ellos indeseada respecto a la información, o bien consideran son los primariamente influidos por cualquier propuesta de mejoramiento que se plantee para atenderla. De nuevo, es claro que generalmente en las organizaciones tal rol se ve como pertinente al personal de las “áreas operativas”, sin embargo, no puede limitarse exclusivamente a ellos.

- Diseñador: Se entiende como el rol que asumen las personas de la organización, necesariamente el profesional en SI, cuando consideran que son los que aportan a la definición de soluciones para atender una situación que para ellos resulta indeseada respecto a la información. Es esencial para el profesional en SI como principal “ejecutor” de este rol, identificar cuando está en otro rol diferente, cuando otras personas actúa como diseñadores ya que sus aportes resultan valiosos, y qué postura resulta la más adecuada cuando asume este rol explícitamente. Dichas posturas en el proceso gradual de mejoramiento organizacional, oscilan entre las de experto (establece el camino) y facilitador (estimula a las personas de la organización para que establezcan el camino).

Categoría 4: Proceso del DSI como Diseño Organizacional

El proceso de DSI se formaliza como un conjunto de cuatro actividades interrelacionadas: Entendimiento, Formulación, Comparación y Definición (Figura 14). El proceso, ha tomado como referente la Metodología de Sistemas Blandos (MSB) para el mejoramiento organizacional (Checkland, 1999). Al hacerlo, los aspectos básicos de la MSB considerados relevantes por los autores para su propósito, se orientaron y adaptaron de una forma diferente a la planteada por Checkland y Holwell (1998) para el enfrentamiento del fenómeno de la información. De esta manera, el DSI propuesto puede verse como una contribución al enfoque fenomenológico para los SI no solo a nivel conceptual sino metodológico. La tabla 23 entonces, describe cada una de las actividades en cuestión.

Figura 14. El Proceso Propuesto de DSI.

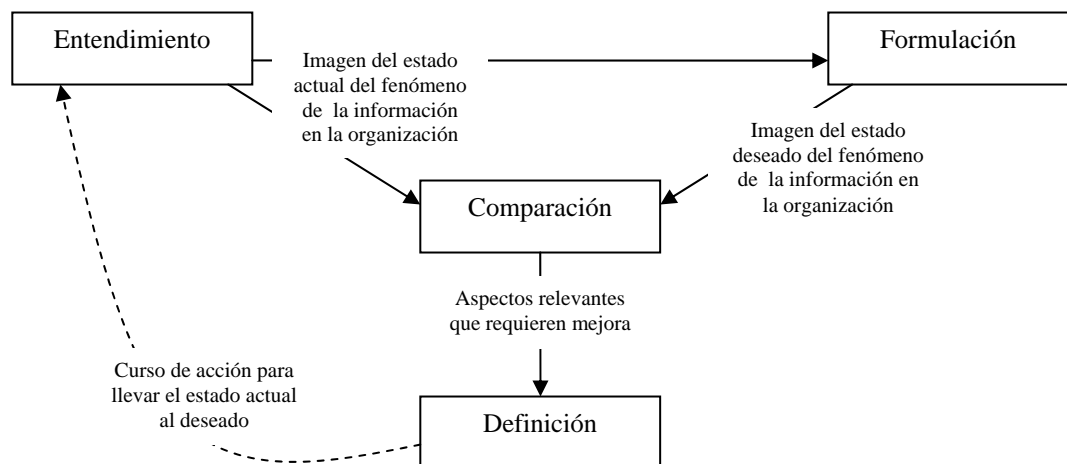


Tabla 23. Actividades del Proceso de DSI.

Actividad	Descripción
Entendimiento	<p>La actividad de Entendimiento, implica el establecimiento de la situación actual del fenómeno de la información en la organización. Se trata así de un actividad en la que el profesional en SI debe promover en las personas de la organización (incluido él mismo) el hacer explícito su pensamiento respecto a la información. Se requiere entonces, generar un escenario donde las diferentes perspectivas entren en discusión y acentúen sus diferencias, para que, siguiendo las ideas de López Garay (s.f.), la riqueza del fenómeno de la información en la organización pueda manifestarse.</p> <p>Para que la discusión se pueda dar en una forma organizada, se requiere que los participantes compartan sus perspectivas haciendo uso de un lenguaje común. Se plantea, que el concepto SI como construcción sistémica resulta aquí útil, ya que permite estructurar el pensamiento de cada quién sobre la información mediante seis distinciones: La estrategia, la política, el comportamiento y la cultura, el personal, los procesos y la arquitectura de la información.</p> <p>Así las cosas, al confrontarse las perspectivas mediante diferentes versiones de SI, lo que se pretende es que los participantes tomen conciencia de la riqueza del fenómeno y de las implicaciones que posee para cada quién. En la práctica, tal confrontación se vuelve iterativa y debe confluir en un punto donde los participantes consideren se ha llegado a revelar la situación del fenómeno de la información más allá de una visión superficial. Un SI en esta actividad, actúa entonces como un medio de revelado del estado actual de la organización respecto a la información.</p>
Formulación	<p>La actividad de Formulación, implica el planteamiento de la visión particular de cada participante sobre lo que considera debería ser la dinámica de información que requiere la organización en el presente. La actividad procede de manera semejante al Entendimiento, es decir, emplea a los SI como constructos sistémicos para organizar y hacer explícito el pensamiento individual sobre la información. Nuevamente, la idea de un escenario de debate tiene lugar, pero esta vez no para determinar cómo es la dinámica de información de la organización sino cómo debería ser.</p> <p>El profesional en SI, debe ser un facilitador y orientador de la discusión ayudándose de las distinciones que conforman el concepto de SI como lenguaje común entre los participantes. Las múltiples perspectivas sobre lo deseado deben entonces acentuarse, para así contribuir a revelar la riqueza de expectativas que existen para mejorar la organización.</p> <p>Así como el Entendimiento, la Formulación se convierte en un ciclo de proposición, discusión y reflexión hasta el momento en que intencionalmente los participantes determinen que se ha llegado a revelar una visión de la dinámica de la información con la cuál se identifican al ser deseable, alcanzable y no superficial. Un SI en esta actividad, actúa entonces como un medio de revelado del estado deseado de la organización respecto a la información.</p>
Comparación	<p>La actividad de Comparación, implica como su nombre lo indica una confrontación entre el SI que representa la imagen organizacional actual respecto a la información y el SI que representa la imagen organizacional deseada respecto a la información. Nótese que lo que se compara son construcciones sistémicas, por lo tanto, tal confrontación no se enfoca en cuestiones de forma de dichos “modelos” sino en el fondo que subyace a ellos. Es decir, la comparación no pretende centrar la atención sobre los SI por sí mismos, como medios, sino se orienta a que los participantes reconozcan los aspectos del fenómeno de la información que resultan distanciados entre las dos imágenes y sus implicaciones.</p> <p>La comparación, como las otras actividades presentadas, requiere la participación de las personas de la organización, ya que son ellas las que con su vivencia pueden corroborar que las diferencias entre los SI actual e ideal representan aspectos de la organización que requieren mejora. Al tomar conciencia de dicha necesidad de mejoramiento y las implicaciones que posee para su forma de pensar y actuar, son igualmente las personas las que pueden apropiarse del reto de subsanar dicha brecha pues han sido partícipes de su identificación. Un SI en esta actividad, actúa entonces como un medio para organizar los aspectos del fenómeno de la información que se determinen relevantes para mejorar.</p>
Definición	<p>La actividad de Definición, implica la determinación del curso de acción para que el fenómeno de la información percibido como deseable pueda realizarse y de esta manera contribuya el ejercicio del propósito general de la organización. Con los aspectos por mejorar organizados bajo un SI producto de la actividad anterior, la Definición abarca la especificación de la forma como se va pasar de un estado a otro. No obstante, es necesario aclarar que dicha especificación resulta ser una acción límite, pues al ser el SI deseado una imagen ideal, lo que se presenta es un acercamiento hacia ella. Davenport (1999), detalla diferentes ejemplos de cursos de acción para lograr mejorar la dinámica de la información en la organización. Dichos cursos de acción, se encuentran organizados para cada una de las distinciones que conforman el concepto de SI propuesto. Tal referencia, es entonces una fuente útil de experiencia para que, tomándola como guía, el profesional en SI participe en el detalle del curso de acción a seguir para cada organización en particular. Un SI en esta actividad, actúa como un medio para organizar la(s) especificación(es) del (los) curso(s) de acción para mejorar los aspectos del fenómeno de la información que se han determinado relevantes.</p>

CONCLUSIÓN

Se iniciará este epílogo con una corta síntesis del argumento presentado en el libro, recordando que su propósito esencial ha sido contribuir al entendimiento, desde una perspectiva sistémica, de los Sistemas de Información y su diseño. Se ha planteado que el entendimiento de los SI parte del reconocimiento del área de conocimiento al cual pertenecen, a saber, la Computación. A su vez, se ha expuesto que en Colombia la visión internacional del área establecida en el CC2005 no encuentra correspondencia, pues en el país, erradamente, se ha posicionado a la “Ingeniería de Sistemas” en su lugar. Lo anterior, ha traído consigo que en el contexto nacional el trabajo teórico y práctico en SI carezca del estatus disciplinar que posee en el ámbito internacional. Por tal razón, fue necesario presentar a Sistemas de Información como una de las disciplinas de la Computación.

Tras llegar hasta allí, el argumento se orientó hacia los SI ya no como campo de estudio sino como objeto de estudio. El punto de inicio fue entonces la expresión de la diversidad de los conceptos que se asumieron como sus fundamentos, es decir, Sistema, Organización, Administración e Información. Sobre tal plataforma conceptual enriquecida, se procedió a reflexionar sobre el significado de la noción Sistema de Información. Se mostró entonces que la idea tradicional de SI bajo la visión actual de CC2005 requiere repensarse, pues resulta equivalente con el concepto de “Software de Aplicación para Necesidades Empresariales” propio de la Ingeniería del Software. Aún más, se planteó que la función convencional del profesional en SI resulta borrosa, pues, según el CC2005, corresponde más a la labor de profesionales de las disciplinas computacionales Tecnología de Información e Ingeniería del Software. Así las cosas, se procedió a proponer una definición diferente para SI, que atendiera tanto la diversidad de significado de sus fundamentos conceptuales como la necesidad de coherencia con el CC2005.

Por último, se procedió a realizar una reflexión sobre el Diseño de Sistemas de Información (DSI) tanto desde la perspectiva convencional como desde la propuesta por el Grupo de Investigación STI. Para llevar a cabo tal labor, se realizó previamente una descripción sobre la noción de diseño desde la Ingeniería en general y la Ingeniería de Sistemas en particular. Igualmente, se presentó el enfoque tradicional para DSI mostrando que realmente este no es otra cosa que Diseño de Software. Para atender dicha falencia, se hizo explícita la necesidad de enriquecer el concepto de Diseño para que sobre tal visión ampliada el enfoque propuesto para el DSI pudiera tomar forma. Así las cosas, se finalizó el argumento describiendo mediante cuatro categorías explicativas el enfoque de DSI como Diseño Organizacional. Varias lecciones para el aprendizaje sobre SI resultaron de esta travesía intelectual:

- Cualquier aporte al entendimiento de los Sistemas de Información debe tener en claro su polisemia, y ofrecer, de acuerdo a su alcance, una explicación de cada significación y su interrelación.
- Entender los fundamentos conceptuales para Sistemas de Información no consiste en realizar una declaración apresurada de definiciones, por el contrario, conlleva mantener una constante reflexión crítica sobre ellos.
- La sabiduría convencional de Sistemas de Información debe considerarse el punto de inicio de la reflexión y no el espacio de conocimiento definitivo sobre el campo.
- La actividad principal de un profesional de la disciplina Sistemas de Información, debería ser el Diseño de Sistemas de Información.

Estas lecciones conducen a pensar cómo lograr que el argumento aquí presentado tenga eco y se continúe desarrollando en contextos académicos. Con otras palabras, plantea el reto de generar orientaciones para programas de formación universitaria en Sistemas de Información. Aunque lo anterior escapa al alcance de esta investigación, ciertas pautas pueden plantearse. En primer lugar, resulta claro que si la formación en Sistemas de Información se enmarca en un contexto de Ingeniería, se requieren espacios curriculares para que los estudiantes entiendan las implicaciones disciplinares y profesionales de la misma. A su vez, se supone como esencial que existan espacios curriculares que orienten al estudiante tanto al entendimiento del área de conocimiento en el que se enmarcan los Sistemas de Información, a saber, la Computación; como a su disciplina propia. Complementariamente, se requieren espacios curriculares donde los fundamentos para Sistemas de Información puedan estudiarse. Es decir, asignaturas que se orienten a la reflexión sobre las ideas de sistemas, la teoría organizacional, la administración y la información resultan necesarias. Por último, es clara la exigencia de espacios curriculares para el estudio del concepto SI y DSI desde la perspectiva convencional y propuesta, así como para su aplicación en contextos empresariales (estilo prácticas o clínicas de diseño).

Adicional a la generación de contextos de formación en Sistemas de Información, la continuidad del desarrollo de las ideas aquí expuestas implica la exploración de temáticas de investigación que han surgido como relevantes tras el trabajo realizado. Se propone por ejemplo, la necesidad de profundizar sobre el aprendizaje organizacional que se deriva del entendimiento de un SI y del DSI desde el enfoque propuesto. Igualmente, se plantea importante explorar cómo es posible evaluar, verificar o auditar el fenómeno de la información en la organización con base en la perspectiva sugerida. El modelado organizacional orientado hacia el fenómeno de la información, es también otra temática en la cuál nuevo conocimiento se hace necesario.

Finalmente para cerrar este epílogo, es importante dejar manifiesto algunos logros que se alcanzaron en el transcurso de esta investigación. Se considera satisfactorio para los autores haber participado en contextos universitarios y empresariales donde las ideas se gestaron, propusieron y realimentaron. Así, el contexto de intervención del cuál surgió el enfoque expuesto cubrió organizaciones como la Universidad Industrial de Santander, la Universidad Cooperativa de Colombia, la Universidad Pontificia Bolivariana, el Proyecto Computadores para Educar y, en especial, una organización que por cuestiones de confidencialidad no se nombrará aquí. Asimismo, para los autores resulta grato que esta investigación haya aportado significativamente en el reconocimiento logrado por el Grupo de Investigación STI ante COLCIENCIAS en el 2006. Dicho aporte, tuvo que ver con la producción intelectual que de ella se generó mediante dos artículos en revistas indexadas por COLCIENCIAS (Revista de la Universidad EAFIT en el 2005 y Revista Scientia et Technica de la Universidad Tecnológica de Pereira en el 2006), un capítulo del libro base del Programa Presidencial Computadores para Educar en el 2006 y una ponencia en el encuentro binacional sobre Computación realizado en la Universidad de Pamplona, Norte de Santander, también en el 2005.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRIL Gonzalo (1997). Teoría General de la Información. Ediciones Cátedra.
- ACIS (2003). "La academia y el ingeniero de sistemas frente al reto del negocio." En: Sistemas No. 84.
- ACIS (2005). <http://www.acis.org.co>. Sitio Web de la Asociación Colombiana de Ingeniería de Sistemas. (Visitada el 21 de Marzo de 2005).
- ACM, AIS, IEEE-CS (2005). Computing Curricula 2005. The Overview Report. <http://www.acm.org/education/curricula.html> (descargado el 24 de marzo de 2006).
- ACOFI (2004). Contenidos Programáticos Básicos para Ingeniería. Primera Versión. Opciones Gráficas Editores Ltda. Bogotá, Colombia. Marzo de 2004.
- ACOFI (2005). Marco de Fundamentación Conceptual Especificaciones de Prueba ECAES Ingeniería de Sistemas Versión 6.0. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Julio de 2005.
- AHITUV, N. y NEUMANN, S. (1990). Principles of Information Systems for Management (3rd Edition), Wm. C. Brown, Dubuque IA
- ALDRICH, Douglas F. (2001). Dominio del Mercado Digital. Oxford University Press México, S.A. de C.V. México.
- ANDRADE Hugo, DYNER Isaac, ESPINOSA Angela, LÓPEZ GARAY Hernán, SOTAQUIRÁ Ricardo (2001). Pensamiento sistémico: Diversidad en búsqueda de unidad. Ediciones UIS.
- ANTHONY R.A. (1965). Planning and control systems: a framework for analysis. Harvard University Press.

BANVILLE, C. y LANDRY, M. (1989) "Can the Field of MIS be Disciplined?". En: Communications of the ACM, 32(1), pp. 48-60.

BASKERVILLE, R. y MYERS, M. (2002). "Information Systems as a Reference Discipline". En: MISQ, 26(1), pp. 1-14.

BENBASAT, I., y WEBER, R. (1996). "Research Commentary: Rethinking .Diversity. in Information Systems Research". En: Information Systems Research (7:4), pp. 389-399.

BENBASAT, I. y ZMUD, R. (2003) "The Identity Crisis within the IS Discipline: Defining and Communicating the discipline's Core Properties". En: MIS Quarterly, 27(2), June, pp.183-194.

BLUMENTHAL, S. C. (1969), Management Information Systems: A Framework for Planning and Development, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

BOLAND, R.J. y HIRSCHHEIM, R.A. (eds) (1985). Series Introduction to the first volume of the Wiley Series on Information Systems

BRANCHEAU, J.C., y WHETERBE, J.C. (1987). "Key Issues in Informations Systems Management". En: MIS Quarterly, 11 (1), 23-45

BRANCHEAU, J.C., JANZ, B.D. y WHETERBE, J.C. (1996). "Key Issues in Informations Systems Management: 1994-95 sim Delphi Results". En: MIS Quarterly, 20 (2), 225-242

CHECKLAND Peter y SCHOLES Jim (1994). La metodología de sistemas suaves de acción. Editorial Limusa.

CHECKLAND, P., y HOLWELL, S. (1998). Information, Systems and Information Systems: Making Sense of the Field. Wiley, Chichester.

CHECKLAND Peter (1999). A 30-Year Retrospective. En: Systems Thinking, Systems Practice. John Wiley & Sons. Nueva Edición.

CHECKLAND Peter (2000). Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas. Editorial Limusa.

CORNELLA, Alfons (1994). Los Recursos de Información – Ventaja Competitiva de las Empresas, Madrid, McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.

CORNELLA, Alfons (2002). Infonomia La gestión inteligente de la información en las organizaciones. Editorial Deusto. España 2002.

CULNAN, M. (1986). "The Intellectual Development of Management Information Systems, 1972-1982: A Co-Citation Analysis". En: Management Science. 32(2), February, pp.156-172.

CULNAN, M. y SWANSON, E.B. (1986). "Research in Management Information Systems, 1980-1984: Points of Work and Relevance". En: MIS Quarterly, 10(3), September, pp.286- 301.

DAVENPORT, Thomas (1999). Ecología de la Información. Por qué la Tecnología no es Suficiente para Lograr el Éxito en la Era de la Información. Oxford University Press México. México.

DAVILA L., Carlos (2001). Teorías organizacionales y administración. –Enfoque Crítico-. 2ª. Edición. Editorial Mc. Graw Hill. Bogotá.

DAVIS, G. (1974). Management Information Systems. Conceptual foundations, Structure and Development. McGraw Hill, USA

DAVIS, G. (1980). "The Knowledge And Skill Requirements For The Doctorate In MIS". En: Proceedings of the First International Conference on Information Systems, E. McLean (ed.), Philadelphia, PA.

DAVIS, G. (2000). Information Systems Conceptual Foundations: Looking Backward and Forward. En: Organizational and Social Perspectives on Information Technology, R. Baskerville, J. Stage, and J. DeGross (eds.), Kluwer, Boston.

DAVIS Gordon y OLSON Margarethe (1987). Sistemas de Información Gerencial. McGraw Hill.

DICKSON G. y ROCKART J. (1980). "The role of information systems research centers". En: Proceedings of the First International Conference on Information Systems, E. McLean (ed.), Philadelphia, PA.

DYM, Clive L. y LITTLE, Patrick (2002). El Proceso de Diseño en Ingeniería. Editorial Limusa S.A. de C.V. México.

FARHOOMAND, A. F. (1987). "Scientific progress of management information systems". En: Data Base, 18 (4), 48-56.

FUENMAYOR R. (1991a). The roots of reductionism. Systems Practice. 4(5).

FUENMAYOR R. (1991b). The self-referential structure of an everyday living situation: A phenomenological ontology for interpretative systemology. Systems Practice. 4(5).

FUENMAYOR R. (1991c). Truth and openness: An epistemology for interpretative systemology, Systems Practice. 4(5).

FUENMAYOR Ramsés (2001). Interpretando organizaciones... Una teoría sistémico-interpretativa de organizaciones. Editorial Universidad de los Andes.

FUENMAYOR R. y LÓPEZ GARAY H. (1991). The scene for interpretative systemology. Systems Practice. 4(5).

GONZÁLEZ C. Gustavo (2003). Asesores en sistemas y desarrollo: Los nuevos Humanistas. Ediciones Uniandes.

GORGONE J. y GRAY P. (2000). MSIS 2000: Model Curriculum and Guidelines for Graduate Degree Programs in Information Systems. <http://www.aisnet.org/education/> (10 may. 2004)

GORGONE J, DAVIS G. B., VALACICH J. S., TOPI H., FEINSTEIN D. L. y LONGENECKER H. E. (2003). IS2002 Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in IS. En: Communications of the AIS, (11), Article 1.

GORRY G.A. y SCOTT Morton (1971). A Framework for Management Information Systems. Sloan Management Review, 13 (1), 55-70.

GRAY, P. (2003). "Introduction to the debate on the core of the information systems field". En Communications of AIS, Volume 12 Article 42.

GRECH, Pablo (2001). Introducción a la ingeniería. Un enfoque a través del diseño. Pearson Educación de Colombia Ltda. Colombia.

HERNÁNDEZ, Ricardo (2003). Administración de la Función Informática - Una Nueva Profesión. Limusa Noriega Editores. México.

HERNÁNDEZ, Germán; GONZÁLEZ, Fabio; NIÑO, Luis Fernando; et al. (2003) Proyecto de Reforma Curricular. Ingeniería de Sistemas y Maestría en Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional. Presentación realizada en Junio de 2003. s.l.

HIRSCHHEIM, R. y KLEIN, H.K. (1989). "Four Paradigms of Information Systems Development". En: Communications of the ACM, 32(10), pp. 1199-1216.

HIRSCHHEIM, R. y KLEIN H. K. (2003). "Crisis in the IS Field? A Critical Reflection on the State of the Discipline". En: Journal of the Association for Information Systems (4) 5, pp. 237-293.

IEEE (1990). IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. Std 610.12-1990

IEEE (2004). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge 2004 Version SWEBOK.

INCOSE (2004). Systems Engineering Handbook. INCOSE-TP-2003-016-02, Versión 2a. International Council on Systems Engineering. Junio 1 de 2004.

ITESM (2005). <http://www.sistema.itesm.mx/va/Planes2000/ISI.htm>. Sitio Web del programa en Ingeniería en Sistemas de Información. Tecnológico de Monterrey (Visitado el 21 de Marzo de 2005)

JACKSON Michael C. (2000). Systems approaches to management. Kluwer Academic Plenum Publishers.

JOHANSEN Oscar (1997). Introducción a la teoría general de sistemas. Editorial Limusa.

KEEN, P. (1980), "MIS Research: Reference Disciplines and Cumulative Tradition" En: Proceedings of the First International Conference on Information Systems, (ed.) McLean, E., pp. 17-31, Philadelphia.

KRICK, E.V. (1999). Introducción a la Ingeniería y al Diseño en Ingeniería. Editorial Limusa S.A. de C.V. México.

LANGFORS, B. (1973), Theoretical Analysis of Information Systems, Auerbach, Philadelphia.

LAUDON Kenneth C. y LAUDON Jane P. (2004). Sistemas de Información Gerencial. Octava Edición. Editorial Prentice Hall.

LÓPEZ GARAY Hernán (2003). Extending Checkland's Phenomenological Approach to Information Systems. En: Cabo Jeimy J. Critical Reflections on Information Systems: A Systemic Approach. Newport University.

LÓPEZ GARAY Hernán. (s.f.) ¿Modelado sistémico o diseño de medios de revelado?. Primera Conferencia Colombiana sobre Modelamiento Sistémico. Universidad Industrial de Santander. s.f.

LUCAS, H. C. (1982). Information Systems Concepts for Management. McGraw Hill, USA

LUNDEBERG, M, Mårtensson, SANNES, R & SUNDGREN, B (1995). Information Management as a field, in B Dahlbom (ed.), The Infological Equation: Essays in Honor of Börje Langefors, Gothenburg Studies in Information Systems, Report 6, March, Department of Informatics, Göteborg University, Sweden, 195-209.

MARKUS, M. L., y LEE, A. S. (2000). "Special Issue on Intensive Research in Information Systems: Using Qualitative, Interpretive, and Case Methods to Study Information Technology- Third Installment- Foreword". En: MIS Quarterly (24:3), pp. 473-474.

MATURANA H. (1997). La objetividad. Un argumento para obligar. Dolmen Ediciones.

MATURANA H. y VARELA F. (1984). El árbol del conocimiento. Editorial Universitaria.

MCBRIDE N. y HACKNEY R. (2003). "Establishing the principles of information systems teaching". En Communications of AIS, Volume 11 Article 18.

MORGAN Gareth (1996). Imágenes de la organización. Editorial Alfa omega.

MURDICK (1980). MIS Concepts and Design. Prentice Hall, USA

MYERS, M. (2004). Qualitative research on information systems. <http://www.qual.auckland.ac.nz/>. (10 may. 2004)

OBRIEN, James (2001). Sistemas de Información Gerencial. Mc Graw Hill. Bogotá

OZ, Effy (2001). Administración de Sistemas de Información. Editorial Thomson Learning. México.

ROBEY, D. (1996). "Diversity in Information Systems Research: Threat, Promise, and Responsibility". En: Information Systems Research (7:4), pp. 400-408.

SIMON H.A. (1960). The New Science of Management Decision. Harper and Row. New York.

STAIRS, Ralph y REYNOLDS, George (2000). Principios de Sistemas de Información. Editorial Thomson Learning. México.

TENG, J.T.C y GALETTA, D.F. (1990). "MIS research directions: a survey of researcher's view". En: Data Base, Fall 1-10

UIS (s.f.). Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Documento del Programa en Ingeniería de Sistemas. s.e., s.f., s.l.

UNIANDES (2005). <http://sistemas.uniandes.edu.co/manager.php?id=70>. Sitio Web de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación. Universidad de los Andes. (Visitada el 21 de Marzo de 2005).

WRIGHT, Paul (2004). Introducción a la Ingeniería. Limusa Wiley. México.

ANEXO A: LA INGENIERÍA DE SISTEMAS

El término Ingeniería de Sistemas se acuñó en los laboratorios de telefonía de la compañía Bell a comienzos de los 40s*. Sin embargo, [1] hace referencia al proyecto multidisciplinar Británico para el análisis de la defensa área en 1937, como una de las primeras evidencias de su origen moderno. Se enfatiza en moderno porque los mismos autores plantean que el origen de la Ingeniería de Sistemas se encuentra en la antigüedad, con los "sistemas" de distribución de agua en Mesopotamia (4000 a.c.) como uno de sus primeros productos. Según la literatura relacionada, las mayores aplicaciones de éste enfoque ingenieril se dieron durante y justo después de la Segunda Guerra Mundial, con el Departamento de Defensa estadounidense, a finales de los 40s, como uno de sus principales empleadores y promotores en el desarrollo de misiles y dispositivos de defensa antiaérea**. Entre los primeros intentos por enseñar Ingeniería de Sistemas tal y como se conoce hoy, se cuentan los llevados a cabo en 1950 en el MIT, que ya para 1964 se habían multiplicado en nueve universidades norteamericanas que ofrecían programas relacionados ([1]).

La fundación en 1946 de la Corporación RAND (Research and Development) por la Fuerza Aérea de Estados Unidos y la respectiva generación del denominado Análisis de Sistemas (AS), es considerada hoy como un aporte paralelo que más tarde se asumió como una parte importante de la Ingeniería de Sistemas. El Análisis de Sistemas se entiende como un método para enfrentar problemas complejos de distribución de recursos (militares en principio) y tomar decisiones efectivas, a través de la evaluación sistemática de los costos y otras implicaciones de carácter principalmente económico ([2], [3]). Igualmente ha sucedido con la Investigación Operacional (IO), generada en Estados Unidos en los años treinta ([4]). Sin embargo, [3] argumenta que la IO nació en el Reino Unido inmediatamente antes y durante la Segunda Guerra Mundial, y que rápidamente se expandió a Norteamérica. La IO, según la cita a la Sociedad Británica para la Investigación Operacional que hace el autor, es "la aplicación de los métodos de la ciencia a los problemas complejos implicados en la dirección y administración de grandes sistemas de hombres, máquinas, materiales y dinero en la industria, los negocios, el gobierno y la defensa" [Traducción Libre].

Pese a que la Ingeniería de Sistemas tuvo su origen antes de la iniciación del "movimiento sistémico" con Bertalanffy, hoy en día es considerada como una de sus posturas o corrientes, que claro está, contribuyó a que éste último tomara forma y se desarrollara. Aunque diversas versiones sobre el significado de la Ingeniería de Sistemas han sido

* Para conocer algo de historia sobre la Ingeniería de Sistemas y su versión actual, el sitio Web del Consejo Internacional de Ingeniería de Sistemas (<http://www.incose.org>) es una destacada fuente de referencia de la cual esta sección es reflejo.

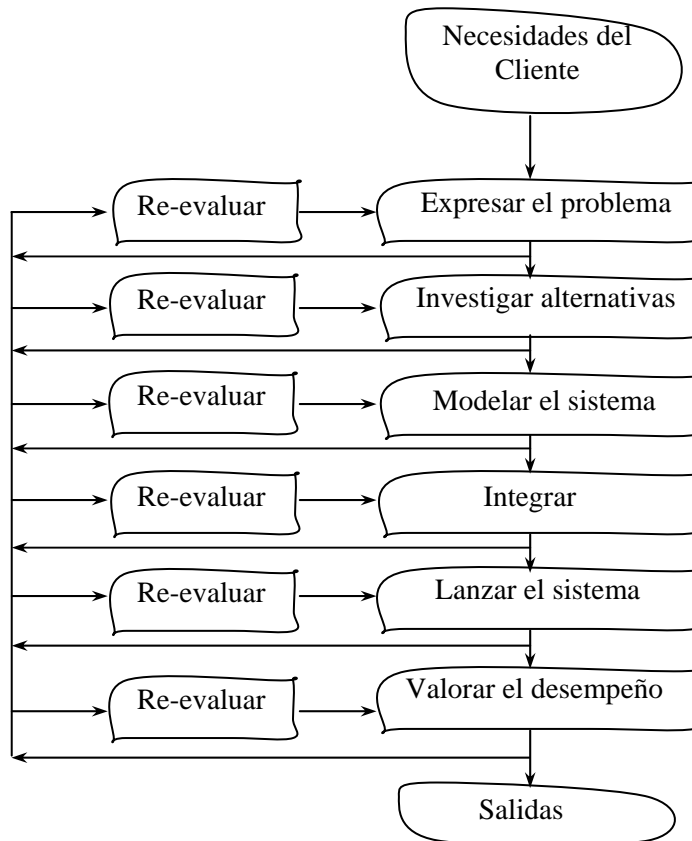
** Nótese como la Teoría General de Sistemas y la Ingeniería de Sistemas poseen una diferencia al parecer infranqueable en sus orígenes. Mientras la primera implicaba un propósito altruista de mejoramiento de la humanidad, el segundo se empleaba en la búsqueda de formas eficientes y efectivas para su aniquilación.

propuestas, destacándose el informe clásico de [5] y estándares como [6] y [7], en el contexto mundial la propuesta del International Council on Systems Engineering (INCOSE) es la que se ha establecido como predominante ([8]):

La Ingeniería de Sistemas es una disciplina emergente cuya responsabilidad es crear y ejecutar un proceso interdisciplinario para asegurar que las necesidades del cliente y los actores implicados se satisfagan de una manera que implique alta calidad, confianza, eficiencia en el costo y cumplimiento del cronograma, mediante el ciclo de vida total del sistema. [Traducción libre]

Este proceso usualmente se entiende como el conjunto de siete tareas (Figura 1): Identificar el estado del problema, Investigar alternativas, Modelar el sistema, Integrar, Lanzar el sistema, Valorar el desempeño, y Re-evaluar. Por las iniciales en Inglés de las anteriores actividades (State, Investigate, Model, Integrate, Launch, Assess and Re-evaluate), el proceso recibe el acrónimo SIMILAR. Según los planteamientos de INCOSE, el proceso no es secuencial, ya que las funciones (tareas) se realizan de forma paralela e iterativa.

Figura 1. El proceso de la Ingeniería de Sistemas.



(Basada en [9]).

REFERENCIAS

- [1] ARUNSKI, Karl. MARTIN, James. BROWN, Phil. BUEDE, Dennis. Systems Engineering Overview. Presented to the Texas Board of Professional Engineers. 1999.
- [2] CHECKLAND, Peter. Pensamiento de Sistemas Práctica de Sistemas. Limusa Editores. México 2000.
- [3] JACKSON, Michael C. Systems approaches to management. Kluwer Academic/ Plenum Publishers. New York 2000.
- [4] ACKOFF. Russell. El paradigma de Ackoff - La administración sistémica. Editorial Limusa 2002.
- [5] HALL, A. A Methodology for Systems Engineering. Princeton N.J. 1962.
- [6] USAF Systems Engineering Handbook 375-5. 1966
- [7] NASA Systems Engineering Handbook. 1995
- [8] INCOSE. Systems Engineering Handbook. INCOSE-TP-2003-016-02, Versión 2a. International Council on Systems Engineering. Junio 1 de 2004.
- [9] BAHILL A. T. y GISSING B. The Systems Engineering Process. Re-evaluating systems engineering concepts using systems thinking, IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, 28 (4), 516-527, 1998.

ANEXO B: LA INGENIERÍA COMO PROFESIÓN

1. CIENCIA, INGENIERÍA, TECNOLOGÍA Y TÉCNICA

Definir el concepto "Ingeniería" requiere la explicación previa de tres nociones relacionadas: Ciencia, Tecnología y Técnica. La Ciencia, según [1] puede entenderse como:

[La actividad humana interesada en la adquisición] de conocimiento del mundo verificable públicamente; se caracteriza por la aplicación del pensamiento racional a la experiencia, experiencia que se deriva de la observación y de los experimentos diseñados deliberadamente, siendo el objetivo la expresión concisa de las leyes que gobiernen las regularidades del universo, leyes que se expresan matemáticamente de ser posible.

La historia del desarrollo de la ciencia, principal invención de la civilización occidental, se cuenta aproximadamente desde el siglo VI a.C. Entre sus hitos se cuentan el griego, el medieval y la revolución científica (Ibíd.). La ciencia implica la creencia de que el valor más alto es el avance del conocimiento humano sobre el mundo. La tecnología (del griego *techne* + *logos*), por otro lado, se define como el saber (*logos*) implicado en la técnica (*techne*). La técnica es el proceso ordenado que conlleva a la creación de un artefacto. Dicho de otra forma, la tecnología es "el conjunto de reglas, procesos, conocimiento que se aplican en determinada área del que hacer productivo humano" [2]. De acuerdo a lo anterior, puede afirmarse que la tecnología existió mucho antes que la ciencia, dada la ancestral condición humana de encarar satisfactoriamente problemas prácticos derivados de necesidades básicas como alimento, cobijo y transporte.

Invencciones tales como el arado, el molino de viento, la máquina de vapor, los acueductos, las fortificaciones, y demás aparatos, máquinas y estructuras antiguas, son solo algunos ejemplos de artefactos construidos para atender necesidades humanas. Sus inventores, en esencia solucionadores de problemas, fueron los predecesores del ingeniero moderno. Sin embargo, no fue sino hasta el siglo XIX que la potencialidad que el conocimiento científico ofrecía para la resolución de problemas reales de la humanidad comenzó a aprovecharse [3]. Tal situación fue el detonador para la génesis de lo que actualmente se conoce como Ingeniería. El ingeniero moderno se enfrenta esencialmente a los mismos tipos de problemas que sus precursores, no obstante hace uso de la ciencia para tal fin. La ingeniería por consiguiente, se define de la siguiente manera:

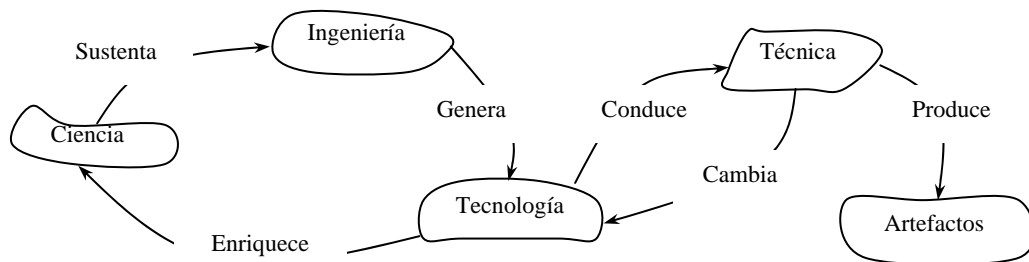
La ingeniería es la actividad humana cuyo interés es la aplicación del conocimiento científico en el desarrollo de tecnología que contribuya al bienestar de la sociedad. Con otras palabras, la ingeniería se interesa en la generación de medios sustentada en un conocimiento organizado emanado de la ciencia.

Así pues, el ingeniero es en esencia un solucionador de problemas que se ayuda con la ciencia. No obstante, si por casualidad se enfrenta con una situación para la cual el conocimiento científico no da aportes, de todas formas intentará resolverla. Lo anterior implica marcadas diferencias, pese a su estrecha relación, entre la ingeniería y la ciencia. La tabla 1 presenta algunas de ellas, y la figura 1 a manera de síntesis esquematiza la relación entre ciencia, ingeniería, tecnología y técnica.

Tabla 1. Diferencias entre la ciencia y la ingeniería

Característica	Ciencia	Ingeniería
Proceso básico	Investigación	Diseño
Objetivo primario	Generación de conocimiento sobre el mundo	Desarrollo de artefactos (dispositivos, estructuras, procesos)
Asuntos de interés	<ul style="list-style-type: none"> - Validez de teorías - Rreproducibilidad de experimentos - Adecuación de métodos 	<ul style="list-style-type: none"> - Factibilidad económica - Seguridad de la vida - Aceptación del público - Manufacturabilidad

Figura 1. La relación entre ciencia, ingeniería, tecnología y técnica.



2. HISTORIA DE LA INGENIERÍA

Aunque se puede afirmar que la ingeniería moderna se formaliza en el siglo XIX, los desarrollos tecnológicos del ser humano datan de mucho tiempo atrás. Realizar una retrospectiva adecuada por tanto, resulta una empresa sumamente compleja. No obstante, una breve panorámica histórica puede brindar una idea básica de la evolución de la ingeniería como actividad humana. La tabla 2 por consiguiente, presenta un conjunto de hitos y sus aportes relativos, basada en lo planteado por [4].

3. EL MODELO DE TRABAJO DE LA INGENIERÍA

Con la idea básica de lo que significa la ingeniería y su evolución histórica, es tiempo de resolver el interrogante central ¿Cómo trabaja un ingeniero?. Para hacerlo, se recurrirá al modelo planteado en la figura 2. La representación está conformada por 8 elementos interrelacionados a saber: 1) Ingeniero; 2) Ideas; 3) Habilidades; 4) Proceso de diseño; 5) Situación problema; 6) Acción en la situación; 7) Reflexión de la intervención; 8) Diseño de artefactos.

De acuerdo a la figura, en primer lugar se encuentra el ingeniero (1), ser humano cuya actividad principal se orienta a la solución de problemas de la sociedad a través de tecnología. Para esto, el ingeniero debe dominar un conjunto de Ideas (2) derivadas de la Ciencia, así como interiorizar una serie de habilidades propias de su perfil. La tabla 3 presenta algunos ítems relacionados con los elementos 2 y 3 basados en lo planteado por [3].

Tabla 2. Algunos hitos y aportes relativos en la evolución de la Ingeniería

Hito	Aportes
Civilización Mesopotámica	<ul style="list-style-type: none"> - Carreta de dos ruedas - Primeros canales, templos y ciudades amuralladas - Astrolabio (Aparato para medir ángulos en observaciones astronómicas) - Zigurat (Torre piramidal para adoración) - Hammurabi (Código de leyes para las prácticas de construcción) - Nahrwan (Canal de 120 m de ancho paralelo al río Tigris 320 km) - Acueducto de Jerwan (Estructura de 263 m de longitud, 21 m de anchura y 8.5 m en su punto más alto)
Civilización Egipcia	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciación de la topografía - Sistemas de irrigación, diques, canales y sistemas de drenaje - Pirámides (Desde la de Sakkara de 61 m de altura, hasta la de Giza son 147 m) - Estructuras para el desplazamiento de bloques de piedra - Administración de mano de obra para construcción
Civilización Griega	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de puertos - Faro de Alejandría (Primer faro del mundo, de 110 metros de altura) - Tunel de Samos (Longitud de 1 kilómetro a través de una colina) - Inicio de la arquitectura con el reconocimiento del rol arquitecton. - Acrópolis (Programa de construcción para embellecer Atenas)
Civilización Romana	<ul style="list-style-type: none"> - Arenas (Circo Romano), - Templos (El Panteón) - Vestíbulos, baños y foros públicos - Métodos de construcción - Cemento hidráulico - Máquinas de construcción - Red vial (Via Apia que se extendía radialmente desde Roma) - Acueductos (Aqua Apia, primer acueducto de importancia)

Tabla 2. Algunos hitos y aportes relativos en la evolución de la Ingeniería (Continuación)

Hito	Aportes
Edad Media	<ul style="list-style-type: none"> - Catedrales góticas - Castillos - Armas de fuego - Molino de viento y de agua - Ruedas hidráulicas - Torno de hilar - Timón de bisagra para la navegación marítima - Construcción a gran escala de barcos
Siglos XVIII y XIX	<ul style="list-style-type: none"> - Máquina de vapor por James Watt - Primer barco de vapor fluvial - Locomotora - Redes de canales en Inglaterra y Estados Unidos - Sistema ferroviario - La electricidad, la batería eléctrica y la bombilla - Motor de inducción - Proyecto hidroeléctrico del Niágara (Primero en su tipo) - Telégrafo - Trenes y tranvías - Primeras organizaciones de ingeniería
Siglos XX y XXI	<ul style="list-style-type: none"> - El avión y la infraestructura aérea - Vehículos terrestres con motor - Sistemas de vías interestatales e internacionales - Canal de Panamá - Rascacielos como el Empire State - Presas como la presa Hoover - Bomba atómica y plantas nucleares - Electrónica, semiconductores, la computadora, Internet, Robots, Bioinformática - ¿?

Figura 2. El modelo de trabajo de la Ingeniería

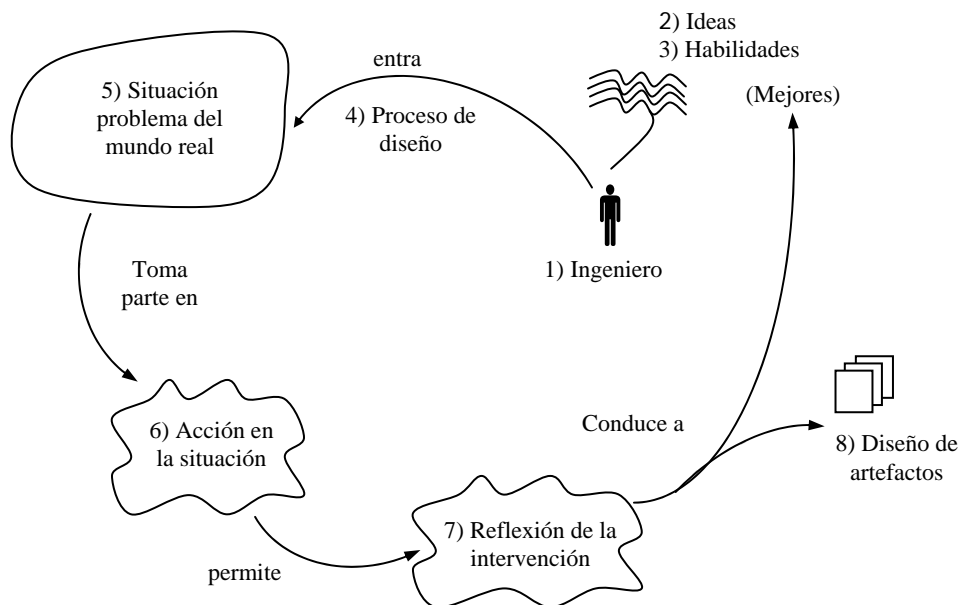


Tabla 3. Algunas ideas y cualidades propias de la Ingeniería

Elemento del modelo	Descripción
Ideas o Conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> - Ciencias físicas básicas: Física, Química, Biología, etc. - Ciencias físicas aplicadas: Electricidad, Termodinámica, Procesos, Resistencia de Materiales, etc. - Humanidades y Ciencias Sociales - Administración, Economía y Finanzas - Lenguas - Conocimiento empíricos ordenados
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Inventiva - Criterio - Experimentación - Comunicación - Pensamiento y modelado - Trabajo en equipo - Deducción de conclusiones - Indagación - Liderazgo - Habilidades matemáticas - Medición - Habilidades en Computación - Manejo de fuentes de información - Gestión de proyectos - Análisis y síntesis - Creatividad - Diseño

Teniendo como fundamento sus Ideas y Habilidades, el ingeniero se enfrenta a situaciones problemas del mundo real (5). Un problema en ingeniería se define como una diferencia de estados, uno actual e indeseado y uno potencial o deseado, que alguien quiere subsanar. Con otras palabras, "un problema proviene del deseo de lograr la transformación de un estado de cosas en otro... Una solución es un medio para lograr la transformación deseada" ([3]). El ingeniero para entrar en la situación problema y solucionarla, debe aplicar un método propio denominado Proceso de Diseño (4). A través del diseño es que el ingeniero entiende el problema y puede plantear alternativas de mejoría. Continuando con la figura, al entrar el ingeniero en la situación problema su orientación debe ser hacia la acción en ella para producir mejoras (6). No obstante, el ingeniero no realiza una acción irreflexiva. Continuamente deben generar reflexiones sobre su intervención (7), relativas a implicaciones tecnológicas, económicas y sociales. De esta manera, el trabajo del ingeniero debe conducir a la generación de diseños de artefactos (8) que solucionen la situación problema particular, e igualmente que contribuyan a enriquecer sus ideas y cualidades.

4. EL INGENIERO COMO PROFESIONAL

El interés práctico propio de la ingeniería, y las diversas y complejas necesidades de la sociedad que reclaman su atención, han llevado a que se le conciba como una profesión. El Consejo de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET) define por consiguiente la ingeniería como:

La profesión en la cual el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquirido por el estudio, la experiencia y la práctica se aplica con criterio a fin de desarrollar medios para utilizar de manera económica los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad.

... [Su designación como profesión, implica que la ingeniería] aspira a estándares elevados de conducta y reconoce responsabilidades con los clientes, los colegas y la sociedad en conjunto. Se basa en un cuerpo especial del conocimiento, y sus miembros alcanzan un estatus profesional mediante trayectorias bien definidas de educación y capacitación. ([4])

Aunque difiere significativamente de otras profesiones, la ingeniería posee los atributos básicos para tal denominación (Ibíd.):

- Satisface una necesidad indispensable y útil
- Requiere el ejercicio de la discreción y del juicio y no está sujeta a la estandarización
- Incluye un tipo de actividad que se conduce en un elevado plano intelectual que se basa en conocimiento y habilidades que el público en general comúnmente no posee
- Tiene conciencia de grupo para la promoción de conocimientos e ideales profesionales, así como para prestar un servicio social
- Tiene un estatus legal y requiere estándares de admisión precisos.

De igual forma, la ingeniería como profesión está sujeta a ideales y obligaciones por parte de los ingenieros, así como aspectos normativos tales como registros profesionales, agremiaciones y normas éticas y morales. En Colombia, la profesión de la Ingeniería está coordinada y regulada por el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, COPNIA.

REFERENCIAS

- [1] CHECKLAND, Peter. Pensamiento de Sistemas Práctica de Sistemas. Limusa Editores. México 2000.
- [2] GRECH, Pablo. Introducción a la ingeniería. Un enfoque a través del diseño. Pearson Educación de Colombia Ltda. Colombia. 2001.
- [3] KRICK, E.V. Introducción a la Ingeniería y al Diseño en Ingeniería. Editorial Limusa S.A. de C.V. México. 1999

- [4] WRIGHT, Paul. Introducción a la Ingeniería. Limusa Wiley. Mexico 2004
- [5] <http://www.abet.org>
- [6] <http://www.copnia.gov.co>

ANEXO C: IS2002

IS2002, es un currículo modelo para programas de pregrado en Sistemas de Información. Hace uso en gran medida de los esfuerzos pasados, principalmente de IS'97, y es el segundo esfuerzo colaborativo entre ACM, AIS y AITP. Sistemas de Información, como campo académico, abarca dos amplias áreas: (1) adquisición, despliegue y administración de recursos y servicios de tecnología de información (la función de sistemas de información); y (2) desarrollo y evolución de la infraestructura tecnológica y los sistemas para uso en procesos organizacionales (desarrollo de sistemas). Este reporte provee el material de contexto que llevó al nuevo y revisado conjunto de cursos. Incluye un trazado desde la estructura de cursos del IS'97 hasta el nuevo conjunto. También incluye un conjunto detallado de descripciones de cursos y aconseja a los usuarios potenciales del reporte que tienen implicación en el logro de la calidad de los programas de pregrado de SI.

El currículo modelo está basado en estructuras comunes y en programas de grado de Estados Unidos y Canadá. Los supuestos sobre el contexto estudiantil y los programas de grado pueden no ser aplicables en otros países. El modelo, sin embargo, se basa en un cuerpo de conocimiento fundamental en computación y sistemas de información. Por consiguiente, puede ser empleado como un modelo de referencia para uso internacional. El currículo representa un consenso razonable de la comunidad de SI. Las motivaciones para esta revisión incluyen el explosivo crecimiento de Internet, el incremento en la alfabetización en computación de los estudiantes entrantes y el movimiento de acreditación de SI. Varias características de la profesión de SI permanecen relativamente constantes en el tiempo y han sido integradas en el currículo. Éstas son:

- Los profesionales de SI deben tener una amplia perspectiva de negocios y del mundo real.
- Los profesionales de SI deben tener fuertes habilidades de pensamiento analítico y crítico.
- Los profesionales de SI deben tener habilidades de comunicación interpersonal y de equipo y tener fuertes principios éticos.
- Los profesionales de SI deben diseñar e implementar soluciones de tecnología de información que enriquezcan el desempeño organizacional.

La actualización del currículo está basada en inspecciones de niveles de dominio de los elementos del IS'97 y de áreas claves de habilidad. Usando esta información se adicionó un nuevo curso, SI 2002.2 – Estrategia de Negocios Electrónicos, Arquitectura y Diseño. Basado en la mejora de la alfabetización en computación de los estudiantes entrantes, dos cursos: IS'97.P0 – Kit de Herramientas Software para el Trabajo de Conocimiento e IS'97.2 – Productividad Personal con Tecnología SI, se fusionaron en un solo curso: SI 2002.P0 – Productividad Personal con Tecnología SI. Todos los nombres de los otros cursos permanecen igual con la excepción del IS'97.9 – Diseño Físico e Implementación con un Ambiente de Programación el cual fue cambiado a SI 2002.9 – Diseño Físico e Implementación en Ambientes Emergentes. Esto se hizo para reflejar la rápida evolución en el desarrollo de aplicaciones y otros ambientes de programación. El currículo asume que los estudiantes tienen habilidades prerequisite en paquetes software usados comúnmente en el trabajo organizacional ó que los módulos de nivelación pueden proveérselas. Los cursos de trabajo de Sistemas de Información disponibles para los estudiantes pueden organizarse de forma programada en tres niveles:

- Cursos generales en Sistemas de Información apropiados para todos los estudiantes independiente de su especialización primaria y secundaria.
- Cursos especializados en tecnología de la información y diseño de aplicaciones para especializaciones primarias y secundarias en sistemas de información.
- Cursos especializados de desarrollo de aplicaciones, despliegue y administración de proyectos para especialización primaria en sistemas de información.

El currículo de SI está diseñado para producir graduados acondicionados a la función en los niveles iniciales de las posiciones de sistemas de información con fuertes bases para el crecimiento continuo de la carrera. El currículo refleja las sugerencias de la industria y las universidades. Responde a las demandas de la industria tanto en el aumento del énfasis en la orientación técnica como en la mejora de habilidades en la interacción individual y grupal. El currículo requiere de un marco implícito de solución de problemas y pensamiento crítico en todos los cursos. En el reporte se definen las características de salida de los graduados en sistemas de información. El currículo tiene cursos formales de sistemas de información pero también asume el uso de los cursos prerequisite y corequisito en comunicaciones, matemáticas, estadística y funciones de negocio. Los cursos prerequisite en comunicaciones deben proporcionar a los estudiantes habilidades de escucha y el conocimiento para ser efectivos en la comunicación oral y escrita. Los prerequisites en matemática y estadística deben proporcionar técnicas básicas cuantitativas y cualitativas. Los cursos de negocios deben cubrir las funciones comunes de negocios, economía y consideraciones internacionales.

La arquitectura del currículo de sistemas de información en el nivel más alto consiste de cinco áreas de presentación del currículo: fundamentos de sistemas de información; teoría

y práctica de sistemas de información; tecnología de la información; desarrollo de sistemas de información; y procesos de despliegue y administración de sistemas de información. Las cinco áreas presentadas constan de diez cursos y un curso prerrequisito. Los cursos están basados en un cuerpo de conocimiento actualizado y un conjunto de unidades de aprendizaje, ambos derivados del IS'97.

La estructura y secuencia de los diez cursos permiten la realización del currículo en dos años para encajar dentro de las restricciones de las escuelas de negocios; sin embargo, esto no significa que un programa que no sea de negocios no pueda expandir el tiempo de realización. El currículo brinda las descripciones de los cursos y las recomendaciones de recursos para los programas de grado de SI. Las descripciones de los cursos incluyen la descripción del catálogo, el alcance, los temas y la discusión de cómo el curso encaja en el plan del currículo.

CURRÍCULO MODELO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

El currículo modelo y lineamientos para programas de pregrado en Sistemas de Información SI 2002 es el último reporte en el trabajo de currículo modelo en el campo Sistemas de Información. El trabajo de los grupos de tarea del currículo SI inició a inicios de los 70s y ha continuado en los pasados treinta años. La Association for Computing Machinery (ACM) ha sido la más importante organizadora para estos grupos de trabajo incluyendo en primero esfuerzo en los 70s. Otras organizaciones, incluyendo AIS (Association for Information Systems), AITP (anteriormente DPMA) e IFIP (International Federation for Information Processing), han ayudado al desarrollo del currículo modelo.

SI 2002 es el segundo esfuerzo colaborativo entre ACM, ASI y AITP. Todas estas organizaciones tienen membresía mundial. ACM tiene miembros profesionales y académicos en el ancho campo de la computación. Mediante su Junta de Educación, soporta un amplio rango de desarrollo curricular incluyendo Ciencia de la Computación, Sistemas de Información, e Ingeniería del Software. AITP es una organización profesional compuesta principalmente por practicantes de sistemas de información que se enfocan en el desarrollo educativo y profesional de sus miembros. AIS, establecida en 1994, esta compuesta por miembros de facultad en sistemas de información. La asociación de ACM, AIS y AITP, por tanto, combina la amplitud de intereses pedagógicos y curriculares de estas organizaciones.

Aunque ACM, AIS y AITP son organizaciones mundiales, SI 2002 no representa un currículo universal. El currículo modelo para programas de pregrado en sistemas de información está basado en la típica estructura de grado en las universidades de U.S. y Canadá. No busca especificar requerimientos para diferentes sistemas educativos alrededor del mundo. El currículo modelo puede, sin embargo, servir como una referencia útil para diseñadores de programas de grado en sistemas de información fuera de USA y Canadá.

El más reciente currículo modelo de pregrado, IS '97 (Davis et al., 1997; Couget et al., 1997) circuló como borrador en 1994 (Gorgone et al., 1994; Longenecker et al., 1994) y 1995 (Couger et al., 1995) y finalizó en 1996. Los miembros de la Fuerza de Trabajo Unificada presentaron los borradores del IS '97 en numerosas conferencias desde 1994 a 1996 y recibieron significativas realimentaciones que fortalecieron substancialmente el reporte. Puesto que mucho del trabajo para el modelo de 1997 se completó entre 1994 y 1995, han pasado aproximadamente siete años desde que el currículo modelo de 1997 fue desarrollado. Desde 1997, los miembros de la fuerza de tarea han estado colectando datos de estudios para entender mejor cómo el currículo modelo se ha usado.

La sección siguiente presenta los principios que guían la revisión del currículo y bosqueja la motivación para actualizar el IS' 97. Esta es seguida por una revisión de los supuestos guías sobre la profesión de SI que ayuda a formar el diseño y evolución del currículo. El alcance de la actualización del currículo se presenta, para que la transición de programas desde IS'97 a SI 2002 permita entender mejor la evolución del modelo. Posteriormente, el reporte provee una descripción de Sistemas de Información como un campo de estudio académico. Se explica la relación de los cursos de SI y los programas. Se bosquejan las características de salida para los graduados. Esto es seguido de una breve presentación de la arquitectura de cursos y su secuencia implícita. Finalmente, el reporte concluye proveyendo descripciones de alto nivel de los cursos del currículo modelo SI 2002 y apéndices para las referencias.

PRINCIPIOS GUÍA DEL DISEÑO DEL CURRÍCULO

Los principios clave que guían este esfuerzo fueron los siguientes:

- El currículo modelo debe representar un consenso de la comunidad de SI.
- El currículo modelo debe ser diseñado para ayudar a las facultades de SI a producir graduados competentes y seguros bien adecuados para responsabilidades de trabajo.
- El currículo modelo debe guiar pero no prescribir. Usando los lineamientos del currículo modelo, la facultad puede diseñar sus propios cursos.
- El currículo modelo debe estar basado en metodologías educativas y hacer recomendaciones apropiadas a ser consideradas por la Facultad de SI.
- El currículo modelo debe ser flexible y adaptable para la mayoría de programas de SI

SUPUESTOS GUÍA SOBRE LA PROFESIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

En la conceptualización del rol de los sistemas de información en el futuro y los requerimientos para el currículo de SI, varios elementos quedaron como importantes y característicos de la disciplina. Estas características evolucionaron hacia cuatro áreas de la profesión de SI y por tanto deben ser integradas en cualquier currículo de SI:

Los profesionales de SI deben tener una amplia perspectiva de negocios y del mundo real. Los estudiantes deben por tanto entender que:

- Los SI son habilitadores de un desempeño exitoso en las organizaciones
- Los SI abarcan e integran todos los niveles organizacionales y las funciones de negocios
- Los SI poseen cada vez más significación estratégica debido al alcance de los sistemas organizacionales que comprende y al papel que los sistemas juegan en la habilitación de la estrategia organizacional.

Los profesionales de SI deben tener fuertes habilidades de pensamiento analítico y crítico. Los estudiantes deben por tanto:

- Ser solucionadores de problemas y pensadores críticos
- Usar conceptos de sistemas para el entendimiento y formulación de problemas
- Ser capaces de aplicar conceptos y habilidades nuevas y tradicionales
- Entender que un sistema consiste de personas, procedimientos, hardware, software y datos

Los profesionales de SI deben exhibir fuertes principios éticos y tener buenas habilidades de comunicación interpersonal y de equipo. Los estudiantes deben entender que:

- SI requiere la aplicación de códigos de conducto profesional

- SI requiere la colaboración además de un exitoso esfuerzo individual
- El diseño y administración de SI demanda excelentes habilidades de comunicación (oral, escrita y de escucha)
- SI requiere persistencia, curiosidad, creatividad, riesgo, y tolerancia a las habilidades de otros

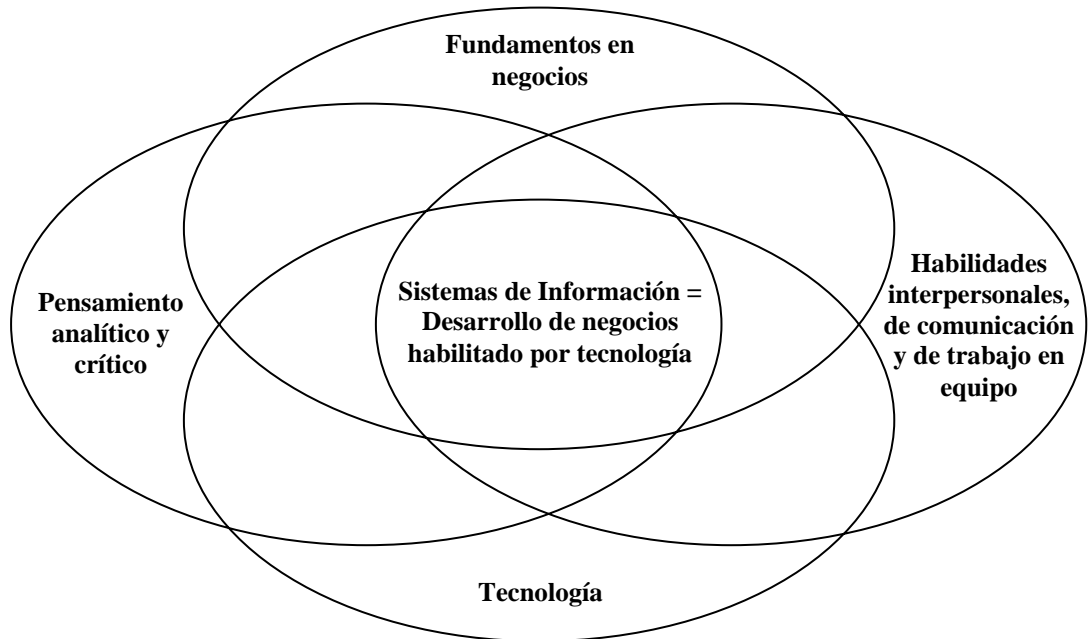
Los profesionales de SI deben diseñar e implementar soluciones de tecnología de la información que aumenten el desempeño organizacional. Los estudiantes deben entonces:

- Poseer habilidades en el entendimiento y modelado de procesos y datos organizacionales, definición e implementación de soluciones técnicas y de proceso, administración de proyectos, e integración de sistemas
- Ser fluidos en técnicas para adquirir, convertir, transmitir, y almacenar datos e información
- Enfocarse en la aplicación de tecnología de la información para ayudar al alcance individual, grupal, y organizacional de metas.

CARACTERÍSTICAS DE SALIDA DE LOS GRADUADOS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

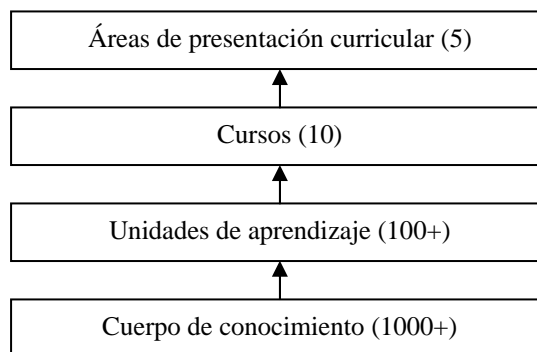
El graduado de un programa de SI debe estar equipado para funcionar en una posición de nivel de entrada y debe tener una base para continuar desarrollando su carrera (Lee, Trauth, y Farwell, 1995; Landry et al., 2000). La figura 1 presenta una categorización de alto nivel de las características de salida que enfatizan el rol central del desarrollo de negocios permitido por la tecnología como una intersección de cuatro áreas principales que fueron identificadas en los supuestos iniciales sobre la profesión de SI.

Figura 1. Categorización de alto nivel de las características de salida del graduado en SI



ARQUITECTURA DEL CURRÍCULO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

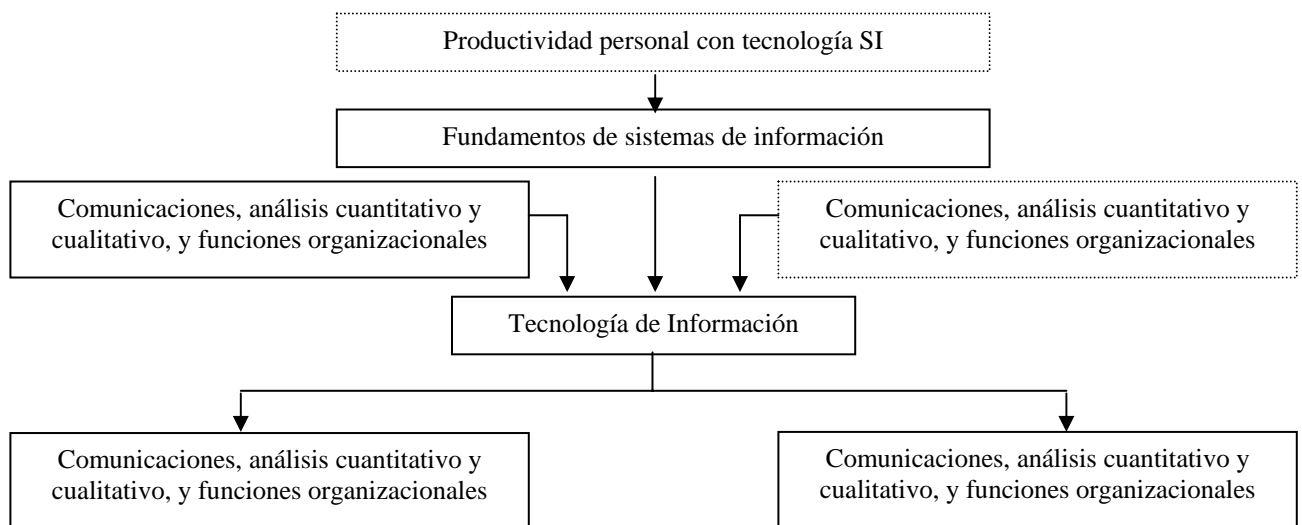
El currículo SI 2002 está organizado a un alto nivel como un conjunto de áreas de presentación curricular. Cada una de ellas tiene uno o más cursos. Cada curso debe construirse de acuerdo a las unidades de aprendizaje. Las unidades de aprendizaje, descritas en detalle en el Currículo Modelo y Lineamientos para Programas de Pregrado en Sistemas de Información IS'97 y actualizadas continuamente en el web site www.is2002.org, deben enfocarse en la presentación de las metas que mezclan los elementos del cuerpo de conocimiento de SI. Las unidades de aprendizaje proveen un mecanismo para aumentar el desempeño estudiantil. Cada uno de los elementos será explicado en esta sección iniciando con las áreas de presentación curricular.



Áreas de presentación curricular

Una visión del currículo representado en las áreas de presentación curricular de SI se presenta en la figura 2. El cuadro punteado en la parte superior muestra el conocimiento prerequisite para las áreas de presentación mientras que el cuadro punteado en la parte derecha resalta la parte del programa tomada por la facultad en otras áreas funcionales u otras unidades académicas. Los otros cinco cuadros muestran la parte del programa que generalmente es tomada por la facultad de SI. La figura también describe la secuencia en la que el material se adquiere por los estudiantes en el programa de SI.

Figura 2. Áreas de presentación curricular para el currículo en SI



REFERENCIAS

Couger, J. Daniel, Gordon B. Davis, Dorothy G. Dologite, David L. Feinstein, John T. Gorgone,

A. Milton Jenkins, George M. Kasper, Joyce C. Little, Herbert E. Longenecker, Jr., and Joseph S.Valacich. 1995. "IS'95: Guideline for Undergraduate IS Curriculum", MIS Quarterly, Vol. 19 No. 3, pp. 341-359.

Couger, J. Daniel, Gordon B. Davis, David L. Feinstein, John T. Gorgone, and Herbert E. Longenecker, Jr. 1997. "IS'.97: Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems, Data Base, Vol. 26 No. 1, pp. I-94.

Davis, G. B., J. T. Gorgone, J. D. Couger, D.L. Feinstein, and H.E. Longenecker, Jr. 1997. "IS '97 Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems," ACM, New York, NY and AITP (formerly DPMA), Park Ridge, IL.

Engel, Gerald and Eric Roberts (Eds). 2001. Computing Curricula 2001 – Computer Science. IEEE Computer Society and Association for Computing Machinery.
<http://www.computer.org/education/cc2001/final/cc2001.pdf> (accessed Oct 24, 2002).

Gagne, Robert M., Leslie J. Briggs and Walter W. Wager. 1988. Principles of Instructional Design, Third Edition. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

Gorgone, John T., J. Daniel Couger, Gordon B. Davis, David L. Feinstein, George Kasper, and Herbert E. Longenecker. 1994. "Information Systems '95," Data Base, Vol. 25, No. 4, pp. 5-8.

Gorgone, John T. and D. Lidtke. 2002. The IS criteria can be found at www.abet.org.

Gorgone, John T. and John D. McGregor. 1989. "Computing Sciences Accreditation: A Cooperative Effort in CIS." Computer Science Education, Vol. 1, No. 2, pp. 99-110.

Landry, Jeffrey P., Herbert E. Longenecker, Jr., Brandon Haigood, and David L. Feinstein. 2000. "Comparing Entry-Level Skill Depths Across Information Systems Job Types: Perceptions of IS Faculty," Proceedings of Sixth Americas Conference on Information Systems, Long Beach, CA.

Lee, Denis M. S., Eileen M. Trauth, and Douglas Farwell. 1995. "Critical Skills and Knowledge Requirements of Professionals: A Joint Academic/Industry Investigation." MIS Quarterly, September 1995, Vol. 19, No. 3, pp. 313-340.

Longenecker, Herbert E., Jr., Jon D. Clark, J. Daniel Couger, David L. Feinstein, John T. Clark. 1994. "Development of IS'95: A Joint Activity of DPMA, ACM, ICIS, AIS," ISECON'94, p. 1.

Longenecker, Herbert E. Jr., David L. Feinstein, Brandon Haigood, and Jeffrey P. Landry. 2000. "IS'2000: On Updating the IS'97 Model Curriculum for Undergraduate Programs of Information Systems," Journal of Information Systems Education, Vol. 10, No. 2.

Mawhinney, Charles H., Joseph S. Morrell, and Gerard J. Morris. 1994. "The IS Curriculum: Closing the Gap," ISECON'94 Proceedings, pp. 249-256.

Trauth, Eileen M., D. W. Farwell, and D. Lee. 1993. "The IS Expectation Gap: Industry Expectations versus Academic Preparation." MIS Quarterly Vol. 17, No. 3, pp. 293-307.