

# Textos

## Informatización de organizaciones con Microsoft Access

• Ernesto Ponsot Balaguer



PUBLICACIONES  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

C O D E P R E

---

# Informatización de organizaciones con *Microsoft Access*<sup>®</sup>

---

---

# Informatización de organizaciones con *Microsoft Access*<sup>®</sup>

---

• Ernesto Ponsot Balaguer



---

PUBLICACIONES  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
C O D E P R E

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
Autoridades Universitarias

- *Rector*  
Léster Rodríguez Herrera
- *Vicerrector Académico*  
Humberto Ruiz Calderón
- *Vicerrector Administrativo*  
Mario Bonucci Rossini
- *Secretaría*  
Nancy Rivas de Prado

PUBLICACIONES  
VICERRECTORADO  
ACADÉMICO

- *Director*  
Humberto Ruiz Calderón
- *Coordinación editorial*  
Luis Ricardo Dávila
- *Producción editorial*  
Yelliza A. García A.
- *Consejo editorial*  
Tomás Bandes  
Asdrúbal Baptista  
Rafael Cartay  
Mariano Nava  
Román Hernández  
Gregory Zambrano

COLECCIÓN  
Textos Universitarios

- *Comité editorial*  
María del Carmen Araque  
Raquel Flores  
Bernardo Fontal  
Hebert Lobo  
Josefina Peña  
Marlene Peñalosa  
Iris Perdomo  
José Villalobos

COLECCIÓN  
Textos Universitarios

Publicaciones  
Vicerrectorado  
Académico

**Informatización de organizaciones con Microsoft Access®**

Primera edición, 2008

- © Universidad de Los Andes  
Vicerrectorado Académico  
CODEPRE
- © Ernesto Ponsot Balaguer

- *Concepto de colección  
y diseño de portada*

Kataliñ Alava

- *Corrección*

Luis Paniagua

- *Diseño y diagramación*

Freddy Parra Cepeda

Lilyan Carolina Matos P.

- *Impresión*

Centro Editorial Litorama C.A.

HECHO EL DEPÓSITO DE LEY

Depósito Legal: LF23720086101418

ISBN: 978-980-11-1155-9

Prohibida la reproducción  
total o parcial de esta obra  
sin la autorización escrita  
del autor y el editor

Universidad de Los Andes  
Av. 3 Independencia  
Edificio Central del Rectorado  
Mérida, Venezuela  
publicacionesva@ula.ve  
[http://viceacademico.ula.ve/  
publicacionesva](http://viceacademico.ula.ve/publicacionesva)

- Los trabajos publicados en la  
Colección Textos Universitarios  
han sido rigurosamente  
seleccionados y arbitrados  
por especialistas en las  
diferentes disciplinas.

Impreso en Venezuela  
*Printed in Venezuela*

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
Autoridades Universitarias

- *Rector*  
Mario Bonucci Rossini
- *Vicerrectora Académica*  
Patricia Rosenzweig
- *Vicerrector Administrativo*  
Manuel Aranguren Rincón
- *Secretario*  
José María Andrés

PUBLICACIONES  
VICERRECTORADO  
ACADÉMICO

- *Dirección editorial*  
Patricia Rosenzweig
- *Coordinación editorial*  
Victor García
- *Coordinación del Consejo editorial*  
Roberto Donoso
- *Consejo editorial*  
Rosa Amelia Asuaje  
Pedro Rivas  
Rosalba Linares  
Carlos Baptista  
Tomasz Suárez Litvin  
Ricardo Rafael Contreras
- *Producción editorial*  
Yelliza García A.
- *Producción libro electrónico*  
Miguel Rodríguez

Primera edición digital 2011

Hecho el depósito de ley

Universidad de Los Andes  
Av. 3 Independencia  
Edificio Central del Rectorado  
Mérida, Venezuela  
publicacionesva@ula.ve  
publicacionesva@gmail.com  
www2.ula.ve/publicacionesacademico

Los trabajos publicados en esta Colección han sido rigurosamente seleccionados y arbitrados por especialistas en las diferentes disciplinas

Dedicado a *Morella Briceño Avila*, mi amada esposa,  
sin cuyo aliento y comprensión esta obra  
sencillamente no hubiese sido posible

## INTRODUCCIÓN

He querido presentar este material producto de varios años de estudio y dedicación, como un aporte práctico y metodológico al tema de la informatización de organizaciones y desarrollo de sistemas de información de pequeña y mediana escala, con enfoque de bases de datos relacionales.

Mucho del contenido aquí expuesto es producto de la reflexión surgida año a año a partir del estudio de diversos autores y el ejercicio docente de la materia, combinados con la experiencia extraída del ejercicio gerencial al frente de las direcciones de Organización y Sistemas, y Servicios de Información Administrativa de la Universidad de Los Andes, tanto coordinando proyectos informáticos como programando e implementando aplicaciones concretas.

Espero que sea especialmente útil a mis estudiantes de la Licenciatura en Estadística de la Universidad de Los Andes, sin cuyo esfuerzo permanente y crítica inteligente no habría valido la pena llevar al papel estas líneas.

Escogí un producto en particular para las exposiciones computacionales del texto: *Microsoft Access*. En él están implementados todos los ejemplos y con su código *Visual Basic for Applications* se elaboraron todos los programas. Debo confesar que la selección no me costó mucho esfuerzo. Suelo sentirme atraído fácilmente hacia el *software* que me reta y exige dedicación sostenida. Así ocurrió cuando vi por primera vez la versión 97 del producto y la he seguido hasta el mo-

mento con cierta fidelidad. No obstante, no es azarosa ni arbitraria la escogencia. *Access* debe ser el producto de bases de datos relacionales que cuenta con mayor capacidad instalada en el mundo, se integra a la suite de aplicaciones más popular en la actualidad, *Microsoft Office*, y ofrece prestaciones que dejarían pasmado a cualquier experto, por menos de 50 dólares americanos. Aunque se trata de un sistema gestor de bases de datos en toda la extensión de la frase, hay que reconocer que no es muy hábil tratando con enormes volúmenes de información ni con ambientes de red muy exigentes, así que si, como en efecto, aceptamos estas limitaciones, quede claro que hemos de circunscribirnos a sistemas de pequeña y mediana escala, aun cuando los conceptos y la práctica que abordaremos sean válidas en ambientes de desarrollo de exigencia superior.

Este texto pretende seguir la secuencia lógica que imprime la enseñanza del tema a estudiantes que lo enfrentan por primera vez. Afortunadamente, es también la secuencia lógica en que habría de acometerse un proyecto de informatización de organizaciones orientado hacia la creación de bases de datos y, sobre éstas, sistemas de información.

He tratado de mantener el material en un nivel introductorio sin trivializar las explicaciones. He procurado tocar los temas con la rigurosidad debida, presuponiendo que el lector tiene cierto dominio de la programación de computadores y obviando tópicos básicos (como las estructuras de la programación, tipos elementales de datos y similares) que se suponen conocidos y que, por lo demás, escapan al nivel introductorio que pretendo en esta obra. Para facilitar la lectura y comprensión de los contenidos, los ejemplos dados a lo largo del texto cubren exhaustivamente todas las etapas de la informatización organizacional.

Pretendo además motivar especialmente a los “profesionales del azar” para que utilicen la herramienta en toda su extensión y sin complejos. El mundo que les espera será muy diferente de aquel que enfrentaron sus antecesores. En el futuro no habrá que salir a buscar datos a la calle, éstos estarán a disposición en medios computacionales y, de no estarlo, será tarea prioritaria llevarlos allí. La idea es hacerlo de la mejor manera posible y obtener el máximo provecho medido en términos de información.

Agradezco a la Universidad de Los Andes la oportunidad que me ha brindado para producir este material al otorgarme un año sabático con este propósito.

Acompañan en un CD-ROM al texto, los apéndices a los que se hace referencia, la base de datos “MisLibros.mdb” con todos los programas que fueron necesarios y también el sitio Web del Sistema de Registro de Libros, material todo que he utilizado intensivamente para discutir y aplicar los contenidos expuestos.

# Los sistemas

## Panorama general de sistemas

El mundo que nos rodea está repleto de sistemas. De hecho, él mismo es un sistema. Cada uno de nosotros inmerso en él, también lo es. Nuestra familia, la sociedad, la universidad, son sistemas sin duda. Ahora bien, formalmente ¿qué es un sistema?, ¿por qué y para qué hablamos de sistemas?, son interrogantes que no siempre tienen la debida respuesta, previo inicio de una discusión que utilizará el término copiosamente. Iniciamos pues el texto con este capítulo dedicado a los sistemas, cuyo objetivo es mostrar, sin pretender mucha rigurosidad, respuestas concretas a estas preguntas en el entendido de que no siempre están suficientemente claras la acepción e implicaciones del término.

La idea de sistemas ha rondado la humanidad desde tiempos inmemoriales. Ya Aristóteles en la Grecia antigua, sin acuñar precisamente el vocablo, afirmaba: “El todo es más que la suma de sus partes”. Podría pensarse que en aquel momento cumbre de la reflexión humana, en el cual se produjeron muchas de las ideas que conforman la esencia misma de la civilización occidental, esa sencilla frase pasaría fácilmente desapercibida. Y así fue por varios siglos, cuando menos en lo formal. No obstante, allí comienza la preocupación filosófica y práctica por los sistemas, aun sin bautizar como tales.

Esta afirmación de Aristóteles desnuda un importante argumento: La simple delimitación, identificación, separación, estudio de sus partes y la posterior unión de ellas, como si se tratara de un rompecabe-

zas, no puede reconstruir el todo, no conduce a su comprensión. Faltan ingredientes básicos, pocas veces evidentes, como las interrelaciones de sus componentes entre sí y con el entorno.

Si entendemos el todo del que habló Aristóteles como cualquier objeto sobre el que se tenga especial interés, digamos el cuerpo humano, la familia, la empresa, el clima y una larguísima lista, entenderemos que su planteamiento, a primera vista de gran abstracción, resulta por el contrario muy concreto y, genialmente, de gran utilidad práctica para el pensamiento moderno.

Bertalanffy (1), precursor de la Teoría General de Sistemas, escribe en el prefacio a la edición revisada de su célebre libro:

Están ingresando en la esfera del pensamiento científico entidades de naturaleza esencialmente nueva. En sus diversas disciplinas –ya fueran la química, la biología, la psicología o las ciencias sociales–, la ciencia clásica procuraba aislar los elementos del universo observado –compuestos químicos, enzimas, células, sensaciones elementales, individuos en libre competencia y tantas cosas más–, con la esperanza de que volviéndolos a juntar, conceptual o experimentalmente, resultaría el sistema o totalidad –célula, mente, sociedad–, y sería inteligible. Ahora hemos aprendido que para comprender no se requieren sólo los elementos sino las relaciones entre ellos –digamos, la interacción enzimática en una célula, el juego de muchos procesos mentales conscientes e inconscientes, la estructura y dinámica de los sistemas sociales, etc.

Sorprende la lucidez y visión de futuro en estas palabras, cuanto más porque fueron escritas hace ya casi 30 años, y esto, en materia de sistemas, es una era. Comparada la evolución del estudio de sistemas con la de la ciencia o el método científico, la cuestión está en pañales, pero es evidente que está teniendo y tendrá tal impacto en la sociedad como el que ha producido la ciencia. De hecho, la idea de sistemas y la práctica de sistemas, junto con, a la par de y complementando la ciencia en su sentido clásico, representan en la actualidad el marco conceptual que orienta la evolución del pensamiento y el desarrollo de nuestra civilización.

Mucho se ha escrito y se escribirá sobre el concepto de sistemas. Como suele suceder, no hay consenso absoluto entre los autores acerca

de su significado (no podría haberlo en realidad), sin embargo, y en vista que no es el propósito de este texto dilucidar tal asunto, mucho menos agotar la discusión, sino colocar el tema en perspectiva, adoptaremos una definición operativa y ampliamente utilizada: *Un sistema es una unidad o entidad con un propósito en alguna medida claro y fronteras suficientemente definidas, que se constituye gracias a la interrelación e interacción entre sus partes componentes.*

Resulta interesante a la luz de la definición, que son innumerables los conjuntos a nuestro alrededor que unitariamente considerados clasifican como sistemas: el Universo, la Vía Láctea, el Sistema Solar, el Planeta Tierra, el ecosistema, la humanidad, nuestro país, la sociedad, nuestra ciudad, nuestra familia o también el Estado, el sistema legal, el sistema de salud, la universidad, la facultad, el departamento, además, una empresa, una fábrica, la casa que habitamos, el vehículo en que nos movilizamos, la máquina que fabrica tornillos, el computador, nosotros mismos, nuestro sistema circulatorio o respiratorio, cada una de nuestras células, amén de una infinidad que dejamos fuera de la lista.

Sin embargo, el hecho de que prácticamente cualquier cosa puede ser entendida o vista como un sistema, aunque resulte extremadamente útil en el dominio de lo teórico, luce muchas veces escabroso en la práctica. Puede llegar a distraer hasta tal punto la atención de quien indaga, que representa un verdadero reto “descubrir”, en el contexto del problema planteado, cuál es realmente el sistema.

Pues bien, un sistema, desde la perspectiva que nos ocupa, es aquel que nos interesa primordialmente. Debe ser considerado desde un punto de vista orientado hacia la solución del problema planteado, y delimitadas sus fronteras de manera que su comprensión contribuya al asunto que indagamos. Esto es importante puesto que en todos los sistemas hay tal variedad y complejidad, que resulta difícil centrar la atención de manera precisa. Para colmo de males, esta complejidad se acrecienta cuanto mayor es el grado de intervención humana en el asunto.

Afortunadamente, no hay imposibles en esta materia. Lo único que necesitamos es un poco de sentido común, y en lo que corresponde al problema de información (punto central aquí), una aproximación práctica y sencilla será de mucha ayuda.

Propongamos, como ejemplo, estudiar una biblioteca casera. Puede ser nuestra propia biblioteca integrada principalmente por libros (y no revistas o periódicos), seguramente pequeña, pero precisa en con-

tenidos de nuestro particular interés. ¿Es tal biblioteca un sistema como lo hemos definido? Antes de contestar, ahondemos un poco:

1. ¿Desde qué punto de vista? Si fuera desde el punto de vista físico o químico nos interesarían las partículas que componen el papel de los libros, las moléculas que forman la madera de la estantería, sus propiedades de elasticidad, durabilidad, resistencia, las fuerzas que intervienen para soportarla, su peso y cosas por el estilo. Si fuera desde el punto de vista histórico o socio-antropológico nos interesarían fechas importantes en su evolución, qué hombres o qué civilización la crearon y mantuvieron o actualizaron, cuáles eran los temas de interés de esos hombres y, por ende, qué visión del mundo tenían inducida a partir de su contenido, entre otras cuestiones. Cualquiera de estos puntos de vista es válido, pero cada uno de ellos nos conduce a plantearnos la biblioteca de manera diferente.

Supongamos que en realidad nos interesa la biblioteca desde el punto de vista del control de sus libros. El problema que da origen a nuestro interés por ella se deriva de que ha ido creciendo, hemos venido incorporando nuevos textos y ha llegado el momento en que cuando necesitamos hacer una consulta, nos cuesta mucho trabajo ubicar el libro preciso, no contamos con un esquema de clasificación que rápidamente nos permita capturarlos y esto nos preocupa. La biblioteca se nos ha ido de las manos. La situación es tal, que hemos llegado a preguntarnos: ¿para qué tantos libros si cuando los necesito no los encuentro?, ¿habrá valido la pena adquirirlos si cuando preciso de ellos no están disponibles?, ¿cómo puedo saber si tengo o no libros del tema que ahora me ocupa? En otras palabras, miraremos la biblioteca desde el punto de vista de la información general que nos permita registrar y ubicar oportunamente un ejemplar de la colección. En consecuencia nos interesan, a grandes rasgos, cada libro, sus autores, el tema que trata, el espacio que ocupa o su ubicación en la estantería, las estanterías disponibles, en qué lugar de la casa se encuentran, etc.

2. Decidido el punto de vista, ¿se pueden enumerar y describir los aspectos que le son inherentes como un todo y aquellos que no? La respuesta a esta pregunta es mucho más fácil en el primer sentido que en el segundo, es decir, resulta inoficioso ponerse a

elucubrar sobre todos los aspectos que no le son inherentes. Mucho más productivo es pensar en aquellos que sí le tocan, aun cuando por descarte vendrán a la mente muchos que no. Esto no quiere decir que la pregunta sea inútil en su segunda parte, por el contrario, seguramente encontraremos aspectos cuya pertinencia no se establece claramente en las primeras de cambio. El método es entonces ir refinando sucesivamente nuestras consideraciones.

Volviendo a la pregunta, la respuesta parece ser afirmativa: establecido el punto de vista como en 1 en una primera aproximación -que deberá ser revisada repetidas veces-, podríamos considerar formando parte de lo que hemos dado en llamar “la biblioteca”, los siguientes aspectos: sobre los libros, la adquisición, el registro, su clasificación, codificación o identificación, su ubicación en la estantería, luego, la recuperación para consulta, su préstamo, su destrucción o desaparición. Sobre la estantería, su ubicación en la casa, su capacidad, su clasificación, codificación o identificación; sobre las personas usuarias, su identificación, dirección y otras formas de ubicación. En síntesis, parece que decidimos considerar los libros, las estanterías y las personas que la utilizan. Entonces, por descarte, queda fuera todo lo demás.

Resulta trivial señalar el color de la casa en donde se encuentra la biblioteca o el modelo del carro en que trajimos el libro, como aspectos que no son inherentes. Mucho más útil será decidir sobre aquellos más estrechamente vinculados con nuestro punto de vista que dejaremos fuera. Así, por ejemplo, el texto completo de los libros podría tener mucho que ver con la biblioteca, pero desde el punto de vista de su registro y control, ¿tendrá sentido preocuparnos por el contenido de cada libro en toda su extensión? Podría ser que sí, pero si así fuera estaríamos hablando no de la biblioteca como la hemos conceptuado, sino del conocimiento contenido en ella a partir de cada libro exhaustivamente considerado. La decisión es por consiguiente dejar fuera el contenido en extenso de cada libro, excepto cuando sea útil para clasificarlo. Veamos otra consideración interesante: no resulta obvio dejar fuera de la biblioteca los aspectos relativos a quien nos facilitó o vendió el libro, pero ¿queremos recabar información sobre el

proveedor? Una vez más la respuesta perfectamente podría ser afirmativa, pero decidimos que no nos interesa.

3. ¿Es posible identificar las interrelaciones entre sus componentes? Establecimos en 2 que le son inherentes los libros, las estanterías y los usuarios. También enumeramos aspectos más específicos en cada caso que podrían interesarnos, ahora bien, ¿cómo se asocian estos actores? La respuesta a esta segunda interrogante resuelve ambas cosas, pero una vez más tiene el carácter subjetivo impreso por quien responde: los usuarios se rozan con los libros al adquirirlos, clasificarlos, requerirlos para consulta; los estantes y libros en cuanto a que los contienen; los usuarios y estantes en cuanto a que para poder obtener los libros deben conocer su ubicación, etc. En fin, podríamos poblar mucho más nuestro razonamiento, pero valga por ahora decir que efectivamente identificamos al menos algunas, si no todas, las interrelaciones que nos interesan entre sus componentes.

Retomando la pregunta original, la respuesta es entonces afirmativa: la biblioteca es un sistema. La consideración 1 nos lleva a descubrir el propósito de este sistema y ayuda a encontrar sus fronteras. La consideración 2 refuerza la comprensión de las fronteras y apoya el descubrimiento de las partes componentes del sistema. La consideración 3 conduce a comprender la interacción entre los componentes principales del sistema.

Todo sistema lo es propiamente cuando representa para quien lo define un objeto de interés, un “problema”, en el sentido positivo del término, que lo mueve a indagar y profundizar en consideraciones reales y razonamientos lógicos. De aquí se deriva una cuestión muy importante: un sistema, a menos que haya sido expresamente diseñado y construido por el hombre, no existe en la realidad física como tal, existe en la mente del observador en tanto que este *le aprecie como tal*, y esto significa que una misma situación puede derivar en sistemas muy diferentes bajo la lupa de distintos observadores, incluso bajo miradas de un mismo observador desde distintos ángulos. También significa que un sistema se materializa como un “modelo” de la situación real cuando es descrito por el observador, quien le imprime su punto de vista (lo que en el contexto de la Teoría General de Sistemas se conoce como *weltanschauung* (2), palabra de origen

alemán que se refiere al modo de ver las cosas, de conceptualizar el mundo que nos rodea<sup>1</sup>).

Por otra parte, todo objeto o situación real digna de ser indagada, es compleja en mayor o menor grado. Justamente por esta razón, ya no tanto desde el punto de vista filosófico sino más bien práctico, el enfoque de sistemas resulta tan útil. El hombre, desde que está sobre el planeta, al enfrentar la complejidad ha utilizado una táctica que generalmente da buenos resultados: “divide y vencerás”. Esta tesis, aplicada apropiadamente en el plano de la investigación y la ciencia, posibilita enfrentar problemas y resolverlos exitosamente subdividiéndolos en partes más pequeñas, operando sobre detalles ya no tan complejos y luego, sin olvidar las interacciones que daban características unitarias al problema original, acometer las acciones hacia su solución ahora con mayor comprensión de sus características. En términos del enfoque de sistemas se trata de descubrir (o determinar) el sistema, los subsistemas que lo componen y el suprasistema que lo contiene (figura 1).

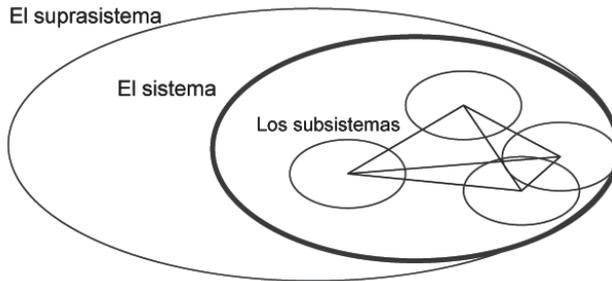


Figura 1. Esquema recursivo de los sistemas

La figura 1 muestra el esquema “recursivo” de los sistemas. Dado que todo sistema está inmerso en un suprasistema que lo contiene, es relevante determinarlo aunque no necesite describirse completamente sino sólo en términos de la relación de dependencia entre ambos. Por otro lado, en todo sistema pueden descubrirse o determinarse subsis-

<sup>1</sup> Gratificante resulta la lectura del libro “Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas”, de Peter Checkland, al que alude la referencia, en especial la revisión histórica que el autor expone en la primera parte, en la que sintetiza cómo surge la idea de sistemas y su relación con el pensamiento científico.

temas de complejidad inferior que sí necesitan ser descritos completamente, tanto ellos mismos como su relación con aquél.

La idea de recursividad la tomamos prestada de la computación. Un objeto recursivo es aquel que para su definición hace uso de sí mismo. En la programación de computadores, una función es recursiva si para que complete su misión debe invocarse a sí misma (por lo general, un número no preestablecido de veces).

El asunto cobra importancia cuando caemos en cuenta de que al ser el suprasistema, el sistema y los subsistemas, sistemas al fin, les aplica la misma definición dada originalmente y por ende pueden ser estudiados con las mismas herramientas conceptuales, sin importar qué tan complejos sean los unos comparados con los otros. También es consecuencia de esta propiedad que sea posible e incluso necesario materializar la estrategia “divide y vencerás”.

En nuestro ejemplo de la biblioteca hemos definido en una primera aproximación muy general, tanto el sistema como los subsistemas. Falta escudriñar el suprasistema que le contiene. Nuestra biblioteca se encuentra inmersa en un lugar físico, por ejemplo, la casa. El hecho de que radique allí, como ya mencionamos, no parece interesante, excepto que al encontrarse en nuestra casa forma parte de nuestro hogar. La palabra “hogar”, de significado mucho más amplio que “casa”, comprende también a la familia. Así pues, podemos llegar a la conclusión de que nuestra biblioteca está contenida en un suprasistema más amplio que, para los propósitos señalados, decidimos será nuestro hogar, entendido como el recinto físico y las personas que lo habitan formando una familia.

Si nos interesara por ejemplo el sistema de facturación de una empresa, seguramente modelaríamos a la empresa misma como el suprasistema. Si nos interesara el departamento en que se desarrolla nuestra carrera universitaria como sistema, la Facultad podría definirse como el suprasistema que le contiene y así en todos los casos.

## 1.1 Algunas propiedades útiles de los sistemas

En la práctica de sistemas es conveniente conocer la existencia de dos importantes propiedades que auxilian al investigador en su tarea: el *isomorfismo* y la *emergencia*.

La primera de ellas, el *isomorfismo*, se refiere, como sugiere su nombre, a la “equivalencia en la forma” (*iso*, igual; *morfo*, forma). En una buena proporción de los casos, sistemas que aparecen ante el observador muy diferentes resultan teniendo formas equivalentes o, mejor aún, estructuras equivalentes. La utilidad de este hecho y la conciencia de su existencia ofrece al que indaga una ventaja al enfrentar el estudio de sistemas: no importa qué tan complejo parezca un problema particular de sistemas, generalmente será posible compararlo con otro que, sin ser igual a aquél, le es isomorfo, con la salvedad de que éste ya ha sido conceptualizado o bien resuelto y, por tanto, buenas ideas podrán ser tomadas de su solución y aplicadas equivalentemente al que le ocupa. Se habla de isomorfismos y no equivalencias, pues la cuestión de la igualdad no se establece en toda la extensión del sistema, sólo en su estructura o forma. Se sugiere entonces la búsqueda de isomorfismos siempre que se enfrente un nuevo reto de sistemas.

Al comenzar nuestro ejemplo hemos podido haber hecho consideraciones como “Tal vez haya literatura que describa algo parecido a una biblioteca”, o bien en algún otro momento nos hemos rozado con un problema que, aunque esencialmente distinto, nos luce parecido en su estructura. Por allí se empieza. En nuestro caso podríamos haber reflexionado que una biblioteca, tal como la hemos definido, es en realidad un inventario. ¡Sí, un almacén de artículos que se apilan para protegernos de la escasez! Sólo que aquí no son estanterías de cualquier cosa, sino de libros, y los libros no se consumen (y en este caso, no los pensamos vender, aunque podríamos). La escasez, problema por vencer en el inventario, es aquí escasez de material o contenido académico. No se trata de un inventario que ofrece sus bienes a cualquier cliente, aquí el cliente es uno mismo, que acude a la biblioteca para encontrar un libro. Entonces, tal vez ahora veamos el asunto con mayor claridad, sobre todo si antes hemos enfrentado un problema de inventarios y contamos con el isomorfismo entre aquél problema y el nuevo que se nos presenta.

La segunda propiedad, la *emergencia*, por supuesto no se refiere a una situación imprevista que revista gravedad (como sería una emergencia médica, por ejemplo), el término se utiliza en el sentido de emerger, nacer, salir a flote. Se trata de la emergencia o el descubrimiento de algo que no estaba antes y ahora sí.

Como hemos dicho, en un sistema podremos en general identificar subsistemas. Éstos, suponemos, son de complejidad inferior al

principal y por tanto podríamos clasificarlos en un nivel más bajo. Pues bien, cuando estudiamos los subsistemas, encontramos propiedades que les caracterizan y nos ayudan a describirlos y comprenderlos, sin embargo, en algunas oportunidades, cuando tratamos de deducir de sus propiedades alguna otra que habíamos notado antes en el sistema, resulta no ser posible; entonces, ¿de dónde sale esta propiedad del sistema que no se deriva de la combinación de las propiedades de sus subsistemas?... simplemente emergió. Es una propiedad emergente, es decir, una propiedad que no se deriva del ensamblaje de los componentes de inferior complejidad, sino que surge, nace, sale a flote, sólo cuando todos ellos componen el sistema y no cuando fueron aislados y luego relacionados.

En nuestro problema de la biblioteca podríamos identificar muchas de estas propiedades emergentes. Veamos sólo una: resulta que un libro tiene ciertas propiedades intrínsecas, digamos el número de páginas, los autores, el tema, entre otras. Es fascinante que, por más que busquemos, no tiene entre sus propiedades intrínsecas la ubicación. El libro es tal sin importar en donde se encuentre físicamente. Luego, su ubicación es una propiedad emergente. Sólo surge cuando se combinan libros y estantes formando una biblioteca. Entonces, y sólo entonces, comienza a tener sentido hablar de la ubicación del libro y podemos adjudicarle, ahora considerado en el marco de nuestra biblioteca, una propiedad que en sí mismo no tiene, su ubicación.

Para el analista de sistemas, la importancia del conocimiento de esta realidad estriba en que cuenta con una explicación racional sobre aspectos que a primera vista parecerían carecer de lógica, previniéndole también sobre la trascendencia de considerar el sistema en su totalidad y no como simple compuesto de partes, so pena de fallar en su análisis.

Otro ejemplo muy ilustrativo de las propiedades emergentes de los sistemas es la molécula de agua. El agua, en su aspecto molecular, se compone de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno ( $H_2O$ ). Si consideráramos estos átomos como los subsistemas del sistema agua y pensáramos un poco, entre muchas cosas notables del agua notaríamos lo siguiente: Por un lado, el hidrógeno es un elemento químico sumamente inflamable, arde con mucha facilidad y fuerza; por otro, el oxígeno es un acelerante de la combustión y su presencia es necesaria para que se produzca, sin embargo, el agua actúa como inhibidora del fuego. ¿Sueña paradójico? La cualidad de inhibidora del fuego que tiene el agua

es una propiedad emergente. Proviene no tanto de las características químicas de sus componentes como de sus características morfológicas cuando se combinan, formando la molécula, dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Esta propiedad emerge o nace sólo cuando el agua es agua y no cuando es hidrógeno u oxígeno por separado.

## 1.2 Caracterizaciones de sistemas

Para comprender el enfoque de sistemas puede resultar útil describir las formas en que éstos pueden caracterizarse. Una primera clasificación gruesa de sistemas, los divide simplemente en sistemas *duros* y sistemas *blandos* (figura 2). Esta sencilla caracterización conduce al analista de sistemas en la dirección correcta, para comenzar.

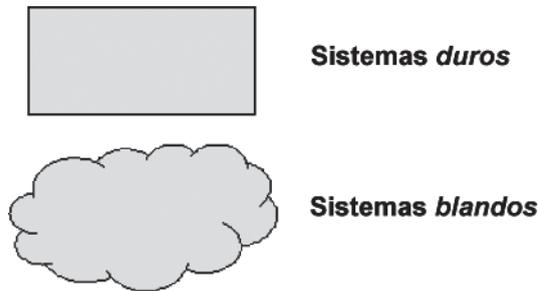


Figura 2. Clasificación general de los sistemas

Los sistemas *duros* son aquellos en que las cosas se ven con mayor claridad, aquellos que tienen firmemente definido su propósito y fronteras. A éstos resulta relativamente fácil encontrarles subsistemas (aunque ello no significa que los subsistemas resulten fáciles, de hecho pueden llegar a ser muy complejos). Hablamos de sistemas que aparecen claros a la luz del investigador.

Se trata de situaciones con muy poca o ninguna intervención humana. Sistemas cuyo propósito es puntual y conocido, por ejemplo, un torno: sistema-máquina con un motor y un eje rotatorio que da vueltas a un objeto para que un maestro tornero lo moldee a su gusto; un computador: mecanismo de funcionamiento electromecánico que pone a

disposición del hombre una serie finita y conocida de características de procesamiento y memoria; una línea de producción o ensamblaje de vehículos, y muchos más. En todos estos casos, los sistemas pueden llegar a ser muy complicados en su interior, pero si lo pensamos bien, no lo son en su conceptualización.

Los sistemas *blandos*, por otra parte, son aquellos en los que su definición y propósito nos mueven a la reflexión profunda. Aquellos en los que las fronteras son esquivas para el observador y no es posible definir certera y absolutamente su misión. Consecuentemente la búsqueda de subsistemas también se complica, y aunque algunos puedan parecer incluso mucho más sencillos que los sistemas duros, resultan, por su capacidad de cambiar rápidamente, más complejos que aquéllos. Hablamos de sistemas con alto grado de intervención humana.

El hombre, con su conciencia y libre albedrío, decide qué hacer en momentos determinados, no se ciñe a las reglas estrictamente, y en situaciones similares, en momentos diferentes del tiempo, puede actuar de manera diametralmente opuesta. Imprime una dinámica al sistema que complica las relaciones entre sus componentes y hace difícil su interpretación o descripción para el análisis.

Se trata de aquellos sistemas en los que el hombre interviene formando una organización. Pongamos un ejemplo: nuestra familia. ¿Qué propósito podríamos adjudicarle a nuestra familia?, ¿podríamos fácilmente decir que los tíos, primos, el compadre, la amiga del alma, están afuera?, ¿o adentro?, ¿será posible descubrir todas las respuestas que dará mi familia a situaciones que se le presenten?, ¿se conservarán estas respuestas a través del tiempo de manera que situaciones idénticas en el futuro produzcan la misma reacción de mi familia? Como habrá imaginado el lector, las respuestas a estas interrogantes no son evidentes. Luego, estudiar este segundo tipo de sistemas resulta una tarea mucho más complicada que la de hacerlo con aquellos del primer tipo.

La mayoría de los problemas de sistemas no son puramente blandos ni puramente duros. Una posición práctica, dada la complejidad de los sistemas blandos, procura limitar o simplificar el problema llevándolo al extremo duro de la cuerda tanto como sea posible, sin perder de vista los efectos blandos de la situación. Hay que limitarlo en su complejidad de alguna manera para que se ponga a nuestro alcance y así mantenerlo dentro de parámetros manejables. Al final siempre po-

dremos volver a él una y otra vez, en una espiral de refinamiento, estudiándolo cada vez con mayor profundidad y amplitud.

Nuestro ejemplo de la biblioteca podría ser clasificado entre los extremos. Es un sistema blando en cuanto interesa a las personas que la utilizan y son ellas las que deciden como manipularla; duro en cuanto los libros son objetos inanimados cuya presencia física ocupa un espacio que puede ser controlado sin ambigüedad.

Otra clasificación más fina en la escala, pero que también incluye ambos extremos del espectro, nos la proporciona Checkland:

- *Sistemas naturales*
- *Sistemas humanos*
  - Sistemas físicos diseñados
  - Sistemas de actividad humana
  - Sistemas abstractos diseñados
- *Sistemas trascendentales*

Los *sistemas naturales* son aquellos que proporciona la naturaleza. Están preestablecidos para los hombres y aunque actuemos para transformarlos (a veces atentando contra nuestra propia supervivencia), siguen cumpliendo su destino como si estuviera escrito en alguna parte. Ejemplos son el Sistema Solar, el clima, el sistema hidrológico, el cuerpo humano y otros. Aunque los seres humanos no los pusimos allí, sí podemos describirlos y estudiarlos en términos de sistemas, bien para intentar controlarlos, bien para conocer sus efectos y características. Así, estudiamos el sol, la luna y los planetas, la meteorología, las mareas y corrientes hidráulicas, nuestro organismo y muchos otros.

Los *sistemas humanos* son aquellos que hemos construido con un propósito determinado. Responden a un diseño surgido de la inteligencia y necesidad de la humanidad y procuran incrementar nuestra propia capacidad civilizadora. Sobre estos tipos de sistemas, las opiniones se dividen: por un lado están algunas corrientes naturalistas o conservadoras, que se oponen, muchas veces con razón, al avance del hombre en su afán de construir cada vez más sofisticados sistemas para su propio beneficio. Argumentan que en reiteradas ocasiones, estos sistemas, lejos de acrecentar o perfeccionar nuestra civilización, alteran la naturaleza de las cosas sin control alguno y producen que la humanidad se deshumanice cada vez más.

Sobran los ejemplos de este tipo de sistemas de dudoso beneficio: sistemas de armas nucleares, sistemas que alteran el comportamiento de la atmósfera o el equilibrio hidrológico en pos de un pírrico beneficio, alteraciones genéticas que afectan la vida sobre el planeta, etc. Muchas veces, estos sistemas, aunque no necesariamente perjudiciales por sí mismos, lo son en extremo utilizados inapropiadamente.

Desde otra óptica, llamémosla modernizadora, los sistemas humanos se conciben de forma optimista en términos de acrecentar el nivel de vida de los hombres, lo cual hará, hipotéticamente, ganar tiempo a la humanidad para moldearla cada día más humana, dejando las tareas no reflexivas o rutinarias en manos de sistemas específicamente concebidos. Esta forma de ver el “vaso medio lleno” en lugar de “medio vacío”, propone que se emplee la inteligencia para alcanzar un nivel de vida más racional, aunque menos natural. De este lado del abanico está la tecnología, y en especial la que toca este texto: la tecnología de la información.

Estos asuntos nos llevan al terreno de la ética y la propia conciencia. Una vez más, se trata de encontrar una posición intermedia entre los extremos, una postura en equilibrio: procurar sistemas humanos que mejoren nuestras condiciones de vida sin desmejorar las de otros seres humanos ni las del resto de los seres vivos que comparten con nosotros el planeta. Debe profundizarse en el estudio de la tecnología con visión crítica en cuanto a los aspectos de inequidad social, dominio de un grupo sobre otro, desigualdad de oportunidades y sus implicaciones sobre los cambios culturales y educacionales necesarios para resolver estos problemas.

De este grupo de sistemas humanos, los primeros en ponerse en práctica, cronológicamente hablando, fueron los físicos-diseñados. Ellos comprenden todos los que, gracias a la intervención humana sobre los recursos naturales, resultan en herramientas a las cuales el hombre no cambia su composición molecular, pero que transforma convenientemente para darles un destino o propósito esencialmente diferente al que tenían en la naturaleza. Un martillo, una casa, la rueda, un corral, un hacha, una carreta, un arco y una flecha, entre infinitos más, son ejemplos de este tipo de sistemas. La flecha, por mencionar uno cualquiera, es un pedazo de madera unido a un trozo de material metálico o piedra. Sus componentes no han sido alterados en su estructura atómica, sólo se ha ideado una manera diferente de combi-

narlos o se les ha dado una forma tal que ahora sirven a un propósito definitivamente distinto del original. La flecha ayudó a la humanidad al mejorar las condiciones en que los primeros humanos cazaban presas a distancia, perfeccionando así sus mecanismos de alimentación. La rueda hizo posible movilizarse con mucha mayor rapidez. El corral disipó el enigma de la domesticación de animales. Y así muchos otros. Desde el punto de vista de la complejidad, éstos son los menos complicados. En cuanto a la clasificación general, están en el extremo duro del segmento.

Los siguientes en aparecer fueron los sistemas de actividad humana. El hombre, enfrentado a los retos de la supervivencia en un mundo hostil, busca formas de organización e interrelación con otros hombres y constituye sistemas que establecen reglas de convivencia cada vez más sofisticadas. Propone tareas a cada uno de los integrantes de la organización y logra en consecuencia sumar voluntades en torno a un propósito común. Al principio de la humanidad se dan formas muy precarias de organización, pero a medida que ha avanzado la historia, y por ende nuestra comprensión de la fuerza que este concepto da a la civilización, surgen más y mejores organizaciones que llegan en nuestros días a ser de complejidad a veces abrumadora y propósitos diversos. El Estado, un sindicato, una empresa, un grupo de estudio en la universidad, la Iglesia, el Ejército, por mencionar algunas, pertenecen a esta categoría. En general les llamaremos organizaciones para acentuar que se trata de sistemas principalmente integrados por seres humanos en busca de un propósito supuesto compartido. Desde el punto de vista de la complejidad, éstos son los más complicados. Se encuentran en el extremo blando de la clasificación general.

Los últimos en aparecer fueron los sistemas abstractos diseñados. Se trata de sistemas que no tienen presencia física, pero que no por ello, son menos reales. Surgen de la mente de los hombres generalmente para explicar su tiempo y circunstancia. Aquí entran las construcciones que ha aportado la ciencia, y ahora, mucho más recientemente, las tecnologías de la información. Son ejemplos de estos sistemas un modelo matemático o estadístico, una ley de la física, una ecuación de la química, un sistema de información. Nadie podrá jamás encontrar en la naturaleza algo como  $F = m \cdot a$ , pero si  $F$  representa la fuerza,  $m$  la masa y  $a$  la aceleración, cualquiera sobre nuestro planeta puede verificar esta igualdad (no sin rendir honores a su descubridor, *sir* Isaac Newton).

De igual forma, un sistema de información, por ejemplo, el que resuelve nuestro problema de la biblioteca casera, no podrá ser visualizado como un objeto tangible en la realidad, pero existe en cuanto es útil para llevar el control de nuestros libros.

Estos tipos de sistema son modelos o construcciones abstractas que toman lo esencial de una realidad física que quieren explicar, resolver o ayudar a mejorar y se materializan en forma de leyes y reglas, o bien herramientas “virtuales”, imitando a la realidad en lo estructural, si bien omitiendo los detalles hasta donde sea posible. En cuanto a su complejidad, caminan entre los dos extremos del segmento según qué tan cerca o lejos están de tocar lo físico y lo organizacional.

Como mencionamos antes y ya habrá descubierto el lector, la temática que aborda este libro se mueve en esta última categoría. La informatización, en cuanto aplicación de las técnicas de la informática, es clasificada dentro de los sistemas abstractos diseñados. Mostraremos cómo se puede lograr, de la conceptualización a la implantación, un sistema de información cuyos pilares estén constituidos por otro sistema (de ideario mucho más concreto) que denominaremos sistema de bases de datos relacionales.

El tercer grupo, los *sistemas trascendentales*, engloba aquellos sistemas que trascienden la comprensión racional del ser humano o de la ciencia. Aquí se encuentran nuestras creencias, valores morales, constructos teológicos o metafísicos y asuntos por el estilo. No ahondaremos en ellos, pues escapan del ámbito expuesto en esta obra.

### 1.3 Análisis de sistemas de información

La palabra “análisis” evoca reflexión, descomposición, comprensión. Pues bien, el análisis de sistemas no es más que una herramienta metodológica que contribuye a la formalización del enfoque de sistemas. Su propósito es materializar la idea ya mencionada “divide y vencerás”. Cuando se analiza cualquier situación, y particularmente una en términos de sistemas, la idea es desmenuzar, desagregar, tratar de reducir la complejidad para aumentar el grado de comprensión que sobre la situación se tenga.

De esta forma, analizar un sistema es en realidad describirlo, descubriendo en el intento el suprasistema y los subsistemas principales

o estructurales, aquellos que son esenciales para conocerlo en profundidad. Tanto los subsistemas como el suprasistema deben hacerse explícitos y sus relaciones con el sistema que analizamos deben quedar plasmadas de la forma más precisa posible. Hacer análisis de sistemas es además descubrir sus fortalezas y debilidades, proponiendo de manera formal una suerte de función objetivo que mida el resultado, es decir, el grado de cumplimiento de los propósitos, tanto del sistema como lo estamos concibiendo, como del sistema una vez hayamos intervenido en él.

Así pues, no se trata de un simple juego de palabras, es en realidad una técnica poderosa. Valga destacar también que cuanto más *duro* resulta el sistema, más poderoso es el análisis de sistemas como herramienta metodológica. Por el contrario, cuanto más *blando*, menos efectiva la técnica.

Sobre lo que nos resulta en este texto particularmente interesante, el problema de la información, se aplican las ideas del análisis de sistemas en un contexto aún más restringido. De hecho, la secuencia metodológica para el desarrollo de sistemas de información, que por supuesto parte del análisis de sistemas reales, es bien conocida y ha sido profusamente aplicada por años para tratar el asunto. Antes de exponerla aclaremos algunas ideas importantes que no son evidentes y que lamentablemente, sin embargo, no es común verlas abordadas:

1. Postulamos que un sistema de información no es el sistema que inicialmente nos ocupa. El sistema que nos ocupa inicialmente es aquel, real, tangible, existente, sobre el cual y para el cual buscamos desarrollar un sistema de información. De hecho, analizamos el sistema que nos ocupa para tratar de comprenderlo con la mayor exactitud posible, captando el fondo de su accionar justamente para poder construir un modelo que lo represente fielmente, y a partir de ese modelo proponer un nuevo esquema de organización y de información que sirva al propósito de mejora formulado sobre el sistema original.

Para ilustrar estas ideas tomemos nuevamente el caso de la biblioteca. En este sistema, lo que inicialmente nos ocupa es la biblioteca misma, sus libros, sus estantes, sus usuarios, es decir, la real, la de verdad. Por otro lado la estamos viendo desde el punto de vista de la información, puesto que buscamos comprender su funcionamiento y captar su esencia para lograr un sistema de información útil a la hora de controlarla, manejarla. En el fondo

suponemos que el sistema real, la biblioteca, tal como es al inicio, resulta susceptible de ser mejorado, y que la incorporación de un sistema de información al sistema real, obrará tal mejora.

El *sistema biblioteca* y el *sistema de información biblioteca* son el mismo. El primero existe, el segundo es un modelo (en términos de información y datos) que implementa las funciones más importantes para el registro y control de la biblioteca real. El sistema biblioteca puede vivir, y de hecho vive, sin el sistema de información biblioteca; por el contrario, este último pierde todo sentido sin aquél.

2. De lo dicho en 1 surge una cuestión interesante: Una vez que el sistema de información se completa, pasa a formar parte del sistema real, se convierte en uno más de sus subsistemas y, en consecuencia, el análisis que hiciéramos antes del sistema de información es diferente del que haríamos ahora, luego del sistema de información.

El sistema de información imprime nuevas características al sistema real, emergen nuevas propiedades, comienzan a preocupar aspectos que antes no inquietaban, en fin, el sistema cambia. Por supuesto, ya que dijimos que enfrentábamos la tarea de desarrollar un sistema de información para mejorar el sistema real, no debe extrañarnos que éste cambie luego de la incorporación del sistema desarrollado. Eso era precisamente lo que pretendíamos. Lo que no es automáticamente cierto es que el sistema real haya cambiado para bien. Existe la posibilidad de que la introducción de este nuevo factor –que podríamos llamar de perturbación–, afecte negativamente el sistema real, en cuyo caso, el ansiado objetivo de mejora no se ha logrado. De hecho, si esto ocurriera, nos habríamos topado con un efecto contrario al deseado.

3. Ahora, con plena conciencia de que el sistema real y el sistema desarrollado no son la misma cosa, y de que el segundo afecta dramáticamente al primero, es fácil comprender la importancia del análisis de sistemas. Si en el proceso de estudio del sistema real no se logra asir la esencia de la cuestión, si no se profundiza y se descubren las relaciones importantes entre sus subsistemas, si no se logra desnudar la realidad de su funcionamiento y describir sus características verdaderamente influyentes, difícilmente se puede llegar a proponer un nuevo sistema desarrollado a partir

de bases falaces, de bases engañosas. En tales circunstancias nos espera inevitablemente el fracaso.

El análisis del sistema es por ende una tarea importante. No es la única tarea importante, pero sí una de ellas. A grandes rasgos, durante el análisis deben considerarse los siguientes aspectos: ¿cómo es el sistema real?, ¿qué objetivo de mejora se persigue con el sistema a desarrollar?, ¿cómo medir el grado de cumplimiento del objetivo de mejora?, ¿cómo impactará el nuevo sistema desarrollado sobre el sistema real?, ¿qué habrá de cambiar y cómo deberá actuar el sistema real cuando tenga inmerso el nuevo sistema desarrollado?

O dicho con otras palabras, se parte de un sistema que existe. Generalmente, este sistema actúa o se comporta de una manera que debe ser descubierta y hecha explícita. Esta forma de hacer las cosas en el sistema actual es objeto de estudio, de comprensión. Surge la crítica y las consecuentes propuestas de mejora. Sobreviene un nuevo sistema desarrollado que subsana las deficiencias (esa es la creencia) y hay que decir ahora cómo se comporta éste. Obviamente, la diferencia entre el sistema original y el nuevo desarrollado (éste último con el sistema de información inmerso en él), es lo que medirá aquella función objetivo mencionada y representa el grado de mejora alcanzado.

## 1.4 ¿Por qué sistemas de información?

Esta es la primera pregunta que el analista de sistemas debe responder con propiedad. La respuesta no es trivial, ni obvia. Muchas organizaciones, especialmente en nuestro medio aún subdesarrollado, hipertrofiado en el área de servicios públicos y el comercio, en contraposición a lo industrial o transformador, desconocen o desconfían del uso de la tecnología como apoyo a sus procesos. A no pocos gerentes les parece costoso y hasta inútil emprender proyectos de sistemas de información (SI), especialmente cuando para ello deben disponer recursos que creen mejor empleados en otras áreas. Lamentablemente, algunos de nuestros gerentes, especialmente públicos pero privados también, temen ser desplazados o controlados por la vía de los SI. Sin embargo, son muchas y variadas las ventajas que los SI aportan a las organizaciones.

La más importante de todas las bondades que trae consigo la implantación de SI en una organización proviene del proceso mismo de su desarrollo. En efecto, el proceso de desarrollo de un SI requiere escudriñar a fondo la organización, descubrir junto con ella la manera en que hace las cosas, documentar prolíficamente su estructura organizativa, sus procesos de toma de decisiones, sus formas de operación y sus prácticas administrativas.

En el camino, el analista de sistemas y todos los que se involucran en el desarrollo del SI aprenden y comprenden mucho mejor a la organización, de lo que lo hacían al comenzar. Esta es por sí misma una inmensa oportunidad para que la organización reflexione de forma crítica sobre su quehacer y busque mejorar sus prácticas cotidianas.

Otra muy buena razón por la que emprender el desarrollo de SI proviene de considerar la información como un recurso valioso que debe ser controlado. En este sentido, pensar la organización en términos de los flujos de información que en ella se generan y utilizan, tanto para la operación normal o cotidiana como para la toma de decisiones, estructurar lo más que sea posible esta información, capturarla y recuperarla en medios computacionales ágiles, eficientes y versátiles, suele contribuir enormemente a la estandarización de los procesos tanto productivos como de servicios o administrativos, y la estandarización de procesos representa una meta bien conocida y anhelada por toda organización que tenga propósitos de trascendencia.

La estandarización y la documentación de sus prácticas disminuye el grado de arbitrariedad en las decisiones (algunas veces confundido con heurística), brinda a la organización flexibilidad en el manejo de sus recursos humanos (haciendo que desaparezcan las personas imprescindibles, pues con el entrenamiento apropiado podrían ser sustituidas por otras igualmente calificadas) y da tiempo extra para mejorar continuamente (pues la forma en que se acomete lo rutinario está claramente establecida y es bien conocida por todos, lo que libera tiempo de reflexión que puede dedicarse a profundizar en problemas más complejos).

Otra buena razón para emprender desarrollos de SI es mantenerse al nivel de los competidores. En situaciones de competencia, especialmente en organizaciones empresariales con fines lucrativos, organizarse mejor que el rival hace a menudo la diferencia requerida para ganar la carrera, lo que en este caso significa posicionarse mejor que

otros en el mercado a que se aspira. Disminuir tiempos de respuesta y costos de operación libera recursos que pueden emplearse en otras áreas, por ejemplo, mercadeo, inventarios, publicidad y otras, los cuales, si la competencia no los cuenta también, pueden representar una ventaja decisiva.

Por otro lado, en términos ahora meramente económicos, el analista de sistemas debe estar consciente de las inversiones que acarreará el desarrollo de SI, tanto como de los retornos esperados, en los tiempos previstos. Es precisamente aquí donde las cosas aparecen menos claras. Este aspecto, el económico, es el más problemático que enfrenta un analista cuando intenta convencer a una organización de desarrollar el SI.

El asunto de cuánto cuesta desarrollar e implantar un sistema de información versus cuánto del incremento en la ganancia podrá atribuírsele, es materia de estudios avanzados de costos, puesto que la mayoría de las contribuciones que un SI aporta a las finanzas de una organización, es intangible. Mucho de lo que un sistema aporta en lo financiero proviene de la comparación con lo que sucedería de no contarse con él. Otro tanto proviene de los ahorros que se logran por tener información oportuna y confiable sobre aspectos claves de la operación. Una gran parte de los beneficios económicos se desprende del incremento que proporciona en las capacidades de planificación y control de la organización, en fin, siendo que los SI en general no se desarrollan para una organización con el propósito de su venta directa, no es asunto sencillo determinar la relación costo–beneficio que traen consigo, lo que de ningún modo significa que no se obtengan ganancias económicas de ellos, bien por la vía del incremento de ingresos gracias a su contribución, o bien por la vía del ahorro sistemático y sostenido que aporten en el tiempo.

#### 1.4.1 ¿Qué es un sistema de información?

Es un conjunto de procedimientos y acciones humanas, así como de elementos computacionales interrelacionados entre sí, cuyo fin es la producción de información confiable y veraz que apoye la toma de decisiones (rutinarias o no) necesarias para la marcha y el control de la organización de la que forma parte.

En la infraestructura de sistemas informáticos de una organización, los sistemas de información ocupan el lugar que se esquematiza en la figura 3.

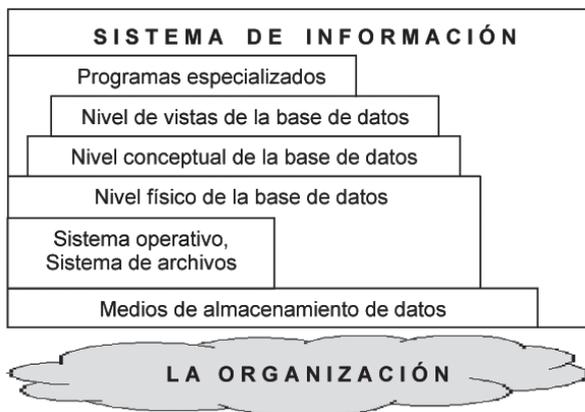


Figura 3. Lugar que ocupan los SI en la organización

La figura 3 muestra que los sistemas de información se construyen sobre una organización particular, pero también sobre los datos almacenados en medios computacionales, sobre la base de datos y, posiblemente, sobre programas de aplicación especializados. Todos estos elementos constituyen las bases sobre las que descansan los sistemas de información, así como las bases de un edificio son sus fundaciones.

### 1.4.2 Los datos, la información y los niveles de la información

Un *dato* es una característica atómica o elemental del objeto en estudio. Es la unidad básica de información. Por su parte, la *información* es una colección o agrupación de datos, conceptualmente relacionados entre sí, que al ser vistos integralmente enriquecen el **conocimiento** que teníamos sobre el objeto.

Luego, la diferencia entre *información* y *datos* estriba en que la primera incrementa el conocimiento de quien indaga, mientras que los segundos no lo hacen necesariamente. Podría argumentarse que al ser los datos el insumo básico de la información, éstos contribuyen a la ganancia de conocimientos; sin embargo, el conocimiento se gana sólo

cuando los datos se disponen de tal manera y se contextualizan hasta el grado en que aparecen revelando algo que no se conocía. La ganancia de conocimientos a partir de un conjunto de datos, lo cual los transforma en información, podría considerarse una propiedad emergente, tal como se planteó en secciones previas.

La idea central de los sistemas de información es capturar datos, procesarlos, disponerlos y recuperarlos de tal forma que se obtenga información. De allí su nombre y de allí la importancia de ver los flujos de datos de la organización, así como la información que se necesita, bien sea para operar, bien sea para tomar decisiones.

Por otro lado, ¿qué tipo de información necesita el ayudante de contabilidad para calcular la nómina de la empresa?, ¿qué tipo necesita el gerente de Planificación para tomar decisiones respecto de la nómina de la empresa?

La primera situación requiere información *operativa*, es decir, información necesaria para las tareas rutinarias de la organización, para mantener a la organización “operando” plenamente. Otros ejemplos de este tipo de información podrían ser las horas trabajadas por los empleados, las solicitudes al inventario, etc.



Figura 4. Triángulo de la información

La segunda situación requiere información *directiva*, es decir, información necesaria para tomar decisiones no triviales que afectarán el desempeño de la organización a largo plazo y que generalmente están bajo la responsabilidad de los “directivos”. Ejemplo de este tipo de información es aquella que responde a interrogantes como ¿cuánto producir el año entrante, o dentro de tres años?, ¿qué estrategias serán

necesarias para entrar con éxito en un determinado segmento del mercado?, ¿cuándo y cuánto ordenar al proveedor para optimizar el costo del inventario?, etc.

La figura 4 representa el triángulo de la información y sugiere que la información *directiva* (y por tanto los sistemas de información orientados hacia la dirección de la organización), se basa en la información *operativa* (proporcionada por los sistemas de información orientados a las operaciones).

La operación cotidiana de una organización requiere y produce información de corte operativo. Esta información, resumida, agrupada, de ser posible convertida en gráficas, estadísticas o pronósticos, es la base de la información de mayor nivel que se utiliza para tomar decisiones. En consecuencia, en una organización no informatizada, el primer paso siempre será emprender el desarrollo de sistemas de información operativos para poder luego desarrollar sistemas de información directivos. Como comprenderá el lector, realmente no son unos más importantes que los otros, ambos son igualmente importantes en la infraestructura informática de una organización.

## 1.5 Metodología ADDI para la elaboración de sistemas de información

Como asomamos en la sección anterior, todo proyecto de sistemas de información parte de la definición del sistema real y el modelado del sistema que será desarrollado. La primera tarea, entonces, tiene que ver con el análisis de sistemas.

Para hacer estas ideas y las que siguen un tanto menos abstractas y proponer un esquema de trabajo que oriente (sobre todo al que se inicia) en el abordaje de problemas de esta naturaleza, propondremos en lo sucesivo un esquema metodológico simple. No reproduciremos en este texto todas las corrientes ni todos los puntos de vista por considerar el tema fuera de alcance en un nivel introductorio. Baste decir aquí que se han desarrollado un sinnúmero de experiencias en la aplicación de diferentes metodologías de desarrollo de sistemas de información, con mucho, aceptable, escaso o ningún éxito en distintas circunstancias. El consenso general en nuestros días, luego de ver correr bastante “agua bajo el puente”, es que con las herramientas tecnológicas ya desarrolla-

das, sea cual fuere la metodología preferida o el enfoque adoptado, éste tiene que ser flexible, adaptable, dinámico y no como se suponía en los albores de esta ciencia, dogmático, inflexible o seguido a pie juntillas.

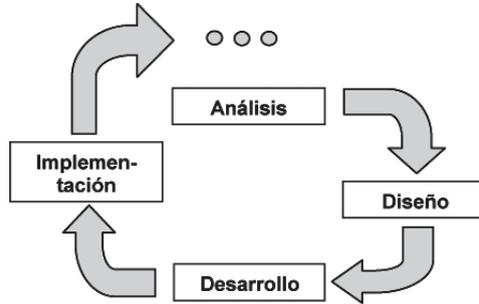


Figura 5. Metodología para el desarrollo de sistemas de información (ADDI)

Desconocemos si existen estudios formales publicados sobre este tema aplicados a nuestra realidad; no obstante, un interesante estudio crítico publicado por Middleton (3) aborda este aspecto en el desarrollo de sistemas de información para el sector público en el Reino Unido, y prueba que las metodologías rígidas con alta inclinación hacia los detalles y excesiva rigurosidad en los pasos a seguir, no han conducido en general al éxito. Por el contrario, allí queda claro que aquellas organizaciones que optaron por seguir este camino como un dogma, encontraron que sus soluciones estaban siempre retrasadas, y en una significativa proporción, el resultado final fue decepcionante.

Así pues, los lineamientos que siguen deben tomarse como una orientación y no como reglas o normas a cumplir al pie de la letra. Suele ser útil, sobre todo cuando aún no se tiene práctica en el asunto, echar mano de estas ideas para comenzar. A medida que el practicante adquiere experiencia, debe necesariamente ver la metodología con enfoque crítico y, por así decirlo, “descubrir” su propia forma de hacer las cosas. Esto no significa en lo absoluto que no deba existir un método, menos aún que no deba seguirse una cierta metodología, lo que significa es que todo método por sí mismo no es garantía de éxito, y menos cuando se aplica ciegamente, acríticamente.

A grandes rasgos, metodológicamente hablando es posible identificar cuatro etapas en el ciclo de desarrollo de un sistema de información. La figura 5 muestra estas cuatro etapas y, para continuar la tradición de los computistas de poner acrónimos a casi todo, las haremos un conjunto al que nos referiremos como la metodología ADDI (por **Análisis, Diseño, Desarrollo e Implantación**).

Nótese que la flecha que parte de la última de las etapas no llega precisamente a la primera de ellas, sino un tanto más arriba. Este detalle de la figura pretende resaltar el hecho cíclico y a la vez incremental de la metodología. En realidad, el estudio de sistemas de información es una práctica que nunca acaba, una rutina en espiral que se constituye en un ciclo virtuoso de mejoramiento continuo. Partiendo de una organización inicial se implanta un sistema de información que impacta la organización original, transformándola en otra parecida pero algo mejor. Ahora ya no es la original y por tanto el análisis vuelve a ser necesario, considerando las nuevas condiciones. La idea es que en cada paso del espiral, la organización mejore su desempeño por la vía de perfeccionar incrementalmente su sistema de información.

Dentro de cada una de estas etapas hay pasos concretos que deben darse, a saber:

1. En la etapa de análisis ocurre, por supuesto, el análisis del sistema. Esto es, el estudio detallado del sistema real y la descripción precisa de sus principales subsistemas y del suprasistema que lo contiene. No necesariamente el sistema que luego se diseñe, incorporará de un solo golpe todas las mejoras posibles. Deberá tratar de hacerlo al máximo, pero estará restringido por dos circunstancias: el grado de adaptabilidad del sistema real a los cambios y el tiempo con que se cuente para llegar a una primera solución. No obstante, mencionar con la mayor profundidad y alcance posibles los aspectos susceptibles de ser mejorados, siempre será una guía valiosa para las siguientes etapas.

Un resultado muy importante del análisis es la explicitación de los requerimientos de información que deberá satisfacer el nuevo sistema. También, como producto de esta etapa, se espera un documento que contenga información sobre el sistema estudiado, sus definiciones, supra y subsistemas descubiertos, su propósito, sus objetivos, cómo se organiza para cumplirlos, cuáles procesos se desencadenan en su interior, cómo se llevan a cabo éstos y

los problemas de información que confronta. Este último aspecto implica ver de forma crítica el comportamiento del sistema estudiado y pasar revista a todos aquellos puntos que a juicio del analista sería menester mejorar. Podría decirse que en el caso de los sistemas de información, los problemas se convierten en buena medida en la función objetivo de mejora.

2. En la etapa de diseño, un primer asunto que debe dilucidarse es la factibilidad de llevar adelante el proyecto de sistemas. A la luz de lo expuesto en el análisis, el diseñador concibe *grosso modo* el nuevo sistema e imagina las condiciones que deberán cumplirse para echarlo a andar. Estas condiciones comprenden aspectos de *hardware*, *software*, pero sobre todo humanos y de organización. Una segunda tarea en la etapa de diseño es el modelado de la organización en términos de datos y sus flujos, consecuencia directa de ahondar en el análisis de requerimientos de información. El diseño de la base de datos representa una actividad de corte técnico y también creador, muy importante dentro de la metodología ADDI. Desmenuzando la información requerida por la organización hasta dar con los datos precisos de interés, el analista propone un modelo conceptual que luego será llevado al computador y conocido como la base de datos del sistema. Aun cuando hay muchos, en este texto nos concentraremos en los modelos *Entidad–Asociación* y *Relacional*, como herramientas para la elaboración del diseño de la base de datos.

También debe diseñarse con cuidado la interfaz hombre–máquina: pantallas de entrada y salida de datos, consultas, reportes a imprimirse, menús de opciones e iconografía, entre otros elementos de la herramienta computacional. Los procesos, procedimientos y mecanismos de uso que deberán seguirse para emplear correctamente el nuevo sistema de información, tanto desde el punto de vista del operador como desde el punto de vista de aquellos que generan o utilizan la información (que pueden o no ser operadores), son también objeto de diseño en esta etapa.

El plan de informatización, esto es, el plan de incorporación de la informática en la organización, finaliza la etapa de diseño haciendo explícitos no sólo los aspectos técnicos mencionados antes, sino también los de transformación organizacional imperativos

para que el nuevo sistema alcance el éxito (y con él, por supuesto, la organización). Cambios en la estructura organigramática, simplificación de procesos administrativos e integración del nuevo sistema en las labores habituales de los integrantes de la organización, pueden ser incorporados como parte del diseño del plan de informatización.

De estas actividades se esperan los siguientes productos: (1) El nuevo *manual de organización* luego de la implantación del sistema, si resultare que éste ha afectado la estructura de la organización. (2) El nuevo *manual de procesos* que, partiendo de los procesos que la organización adopta, incluya los nuevos procedimientos y tareas humanas necesarias en adelante. (3) El *diseño de la base de datos*, es decir, un documento que contenga todos los detalles de forma y fondo sobre los datos a ser almacenados y que servirán de soporte al nuevo sistema, y (4) El *documento de especificaciones de la interfaz*.

Aun cuando en nuestros días siguen siendo de mucha utilidad los documentos escritos, los productos (3) y (4) suelen presentarse y discutirse con éxito en el ámbito de un “prototipo del sistema”, en lugar de sólo papel. La elaboración de tal prototipo, esto es, un programa computacional que contenga sólo algunas de las características del sistema y de la base de datos, generalmente sin incluir ninguna validación ni algoritmo sofisticado, suele dar excelentes resultados como apoyo al diseño del nuevo sistema de información, sobre todo cuando se trata de discutir con la organización las características deseables del nuevo sistema.

3. En la etapa de desarrollo, los documentos elaborados y las discusiones sostenidas, tanto en la etapa de análisis como de diseño, toman cuerpo en un producto de software concreto que debe ser construido. El desarrollo de un sistema comprende la programación en código objeto, es decir, en código que un computador puede entender y obedecer, de todos los aspectos del producto de *software* que será el responsable de capturar los datos, almacenarlos eficientemente en bases de datos y recuperarlos en forma de información cuando se les requiera.

Los programas de computadora que sean desarrollados deben atender a las especificaciones que se obtuvieron en la etapa de diseño. En esta etapa, la base de datos se materializa temporal-

mente en un servidor de base de datos de pruebas, sólo para efectos de la elaboración de los programas que accederán a ella para insertar, modificar, eliminar o consultar información en todas las diversas formas descritas en los documentos de diseño.

La interfaz hombre-máquina para la inserción de datos o presentación de consultas e informes debe quedar completamente programada, desde las ventanas a las que el usuario accede al interactuar con el sistema de información hasta los menús de opciones y otros elementos de la interfaz que le sean de utilidad. Todas las validaciones sobre los datos que hayan sido especificadas deben ahora transformarse en reglas programadas para el acceso del sistema a la base de datos.

Una vez programado, el producto software debe ser sometido a pruebas exhaustivas, de preferencia por parte de otras personas distintas a las que lo desarrollaron. Este tipo de pruebas ocurren en un ambiente controlado por los desarrolladores. Un juego de pruebas diferente, en el que las condiciones no son controladas del todo, ocurre en la etapa de implementación.

Por último, en esta etapa y una vez programado el *software*, deben elaborarse dos nuevos documentos de importancia capital: El *manual del usuario* y el *manual del administrador del sistema*. El primero de los documentos describe en forma precisa cómo se utiliza la herramienta programada, en estrecha relación (y posiblemente vinculado mediante enlaces de hipertexto) con el *manual de procesos*. En él deben quedar por escrito las acciones a realizarse en la herramienta de *software*, en respuesta a los procesos y procedimientos que se llevan a efecto cotidianamente. El segundo documento contendrá toda la información necesaria para mantener el nuevo sistema, incluyendo las especificaciones de *hardware* y *software* que amerite su ejecución, los índices, claves y demás especificaciones de diseño de la base de datos que se hayan materializado y los parámetros de configuración de todos los componentes del nuevo sistema.

4. En la etapa de implementación, ya probado el sistema (hasta donde es posible hacerlo desde el punto de vista de la programación computacional), su producto de *software*, así como todos los documentos producidos, son entregados a la organización y puestos en operación en un ambiente de trabajo real.

El sistema de información pasa entonces a utilizarse y, dentro de un lapso razonable que generalmente depende de la envergadura del proyecto, es sometido a nuevas pruebas de funcionamiento, ahora contrastando las nuevas acciones con los resultados que se obtienen de él contra las acciones y resultados anteriores a su existencia. Un sistema de información correctamente desarrollado debe convertirse en una herramienta de uso habitual sin mayores traumas.

En esta etapa se afinan detalles que podrían aparecer y se corrigen problemas de organización del trabajo que puedan ocasionar inconvenientes a la nueva organización, hasta el punto de dejar funcionando completamente a satisfacción del usuario todos los aspectos del producto entregado.

En los tiempos que corren, los sistemas de información son elaborados por profesionales del área. Pueden formar parte integrante de la propia organización a la que pertenecerá el sistema o pueden ser consultores externos, contratados para tal propósito. En ambos casos, los productos, documentos y prototipos generados en el proceso son de gran importancia, cuanto más si los desarrolladores conforman un equipo multidisciplinario integrado por varias personas, cada una con sus competencias. Por ejemplo, un equipo de desarrollo puede incluir analistas de sistemas, analistas de organización y métodos, programadores, analistas de pruebas y redactores de documentos.

El sistema de información entregado, completamente documentado y operando a plenitud es, como asomamos antes, un peldaño más en la escalera de mejoramiento continuo de la organización. Constantemente debe ser objeto de revisión y análisis crítico, lo cual casi siempre determina el planteamiento de un nuevo proyecto de sistemas que abre camino a un nuevo ciclo ADDI, y así *ad infinitum*. Gracias a este hecho, los profesionales de sistemas que pueden ser considerados buenos son aquellos que permiten con su profesionalismo este salto cualitativo y continuado en el tiempo, es decir, aquellos que hacen buenos sistemas, en el sentido de que los sobreviven y no los necesitan para funcionar, o malos cuando se enclavan en un sistema programado convirtiéndose ellos mismos en parte de la solución, y por ello en parte del problema, al no permitir e incluso frenar el avance incremental que propone la metodología ADDI.

## 1.6 El papel de las bases de datos

Hasta entrada la década de los años 1970, el enfoque imperante para desarrollar sistemas de información en las organizaciones seguía un esquema divisionista, isomorfo con la propia estructuración interna de la organización. Si una organización tenía departamentos de nómina, contabilidad, inventarios o producción en su organigrama, y contaba con sistemas de cómputo para sus operaciones, seguramente tenía distintos sistemas de información, uno para cada departamento (figura 6).

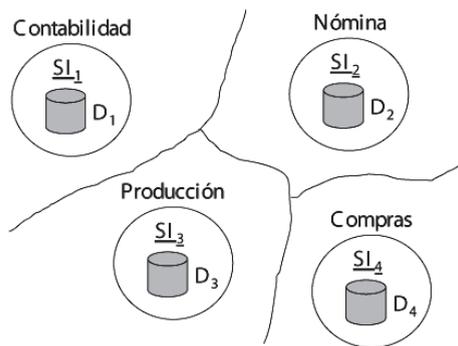


Figura 6. Enfoque “divisionista” para los sistemas de información

Cuanto mayor la organización o más caótica su estructura (ejemplos de caos estructural son la mayoría de nuestras organizaciones gubernamentales, incluidas por cierto las propias universidades del Estado), las posibilidades de que dichos sistemas hubiesen sido diseñados e incluso contruidos por personas diferentes, sobre plataformas de *hardware* y *software* incompatibles, eran considerables.

“Pedro Pérez” de Nómina no era el mismo “Pedro perez” de Contabilidad ni el mismo “pedro Péres” de Producción, aunque sí era el único “Pedro Pérez” que trabajaba en la organización. “María Rivas” tenía una calificación definitiva en su facultad que no coincidía con la calificación registrada en el sistema central de la universidad, ni con la que de ella tenía la oficina de grados a la que llegó cuando le tocó graduarse, lo que la puso a dar preocupantes carreras.

La entrada triunfal de los microcomputadores y computadores personales o de escritorio, el abaratamiento y la masificación de sus tecnologías, la marcha a paso redoblado hacia una verdadera industria del *software* para computadores y las redes telemáticas, abrieron camino para la solución de una gran variedad de problemas que este enfoque divisionista conllevaba.

Comenzó entonces a fines de la década de los años 1970 la discusión sobre el papel que desempeñan los datos. Se estableció rápidamente la idea de que los datos son un recurso valioso, y de que como tales deben ser resguardados, administrados y bien aprovechados por todos los integrantes de la organización.

Resultó evidente, por ejemplo, que si en la nómina estaba buena parte de la información del personal, no había necesidad de tener también esta información en las cuentas por cobrar de la contabilidad, o en donde se guardaba lo producido en el día.

El enfoque divisionista, centrado en las funciones que el sistema de información debía apoyar, dio paso al enfoque de bases de datos, centrado primero en los datos que nutren a los sistemas y luego en las funciones para las que se les necesitan (figura 7).

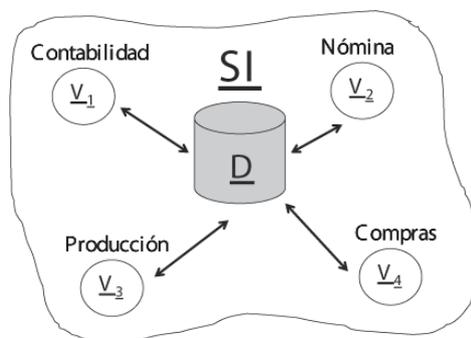


Figura 7. Enfoque de base de datos para el sistema de información

Los modelos de datos, la visión del banco de datos primero, la base de datos después, la interconexión de computadoras ya no tan costosas, la asignación de responsabilidades especializadas en la admi-

nistración de los datos como activos de las organizaciones, lograron en corto tiempo que la idea de sistemas aislados para cada departamento cediera el paso a la de sistemas interconectados, compartiendo datos de un mismo almacén.

En consecuencia, ya no se habla de los sistemas en plural sino, mejor, del sistema, en singular. *Una organización, un sistema de información*, es el lema. No importa la estructura interna de la organización o las distintas aplicaciones computarizadas, módulos, o como quiera llamarse a las divisiones antiguas de sistemas, estos son sólo sub-sistemas de un único sistema de información y una única base de datos desde la que parten y a la que llegan todos los datos necesarios.

## 1.7 Informatización de organizaciones

El título de este texto tal vez parezca algo extraño al lector. Posiblemente sienta curiosidad por determinar qué quiere decir exactamente “informatización” o qué tiene que ver ello con las organizaciones y, más allá, con un producto comercial de *software* de base de datos como *Microsoft Access*.

Seguramente podrá preguntarse el lector por qué no simplemente “bases de datos”, o “sistemas de información” u “organizaciones”, por ejemplo.

La intención ha sido enfatizar en que el problema del manejo, uso y aprovechamiento de la información en una organización pasa en nuestros tiempos por estos cuatro conceptos: sistemas, organización, informatización y bases de datos.

No es frecuente encontrar en la literatura el enfoque integrador que pretenden dejar estas líneas, sin embargo, la experiencia de quien escribe indica sin lugar a dudas que, lo que comúnmente se conoce como programación de *software*, desarrollo de sistemas de información, bases de datos y demás disciplinas relacionadas, de carácter eminentemente técnico, poco solucionan sin el estudio de las organizaciones o, si se prefiere, de los sistemas que les enmarcan.

Todo sistema de información pasa primera y primordialmente por el estudio de la organización que le utilizará, y debería culminar necesariamente con la descripción del impacto que dicho sistema produce en ella. Por eso se enfatiza la informatización de organizaciones

en lugar de implementación de sistemas de información, bases de datos u otros. De esta manera se resalta a la organización como el sujeto de estudio y no al sistema de información contenido en ella o pretendido para ella, aun cuando este último sea el producto tangible deseado.

Una organización es primordialmente un sistema. Más específicamente un sistema humano y social. Por supuesto, existen organizaciones de muy diversa naturaleza; sin embargo, las que interesan aquí, las que hacen relevante el tema de la información para la toma de decisiones, son aquellas que se integran con seres humanos (y no máquinas mecánicas o computadores, por ejemplo).

Una organización, entonces, es un sistema en el que un equipo de personas, delimitando funciones tanto individuales como colectivas, con ánimo de trascendencia en el tiempo, hacen causa común para el logro de propósitos preestablecidos.

Un grupo de trabajadores que se organiza para discutir con sus patronos y mejorar las condiciones salariales y de trabajo con que cuenta es una organización, en este caso una organización sindical. Un grupo de individuos que se organiza para producir un bien que luego llevará al mercado y por el que espera un beneficio económico a cambio, es también una organización, ahora una empresa con fines de lucro. Un grupo de profesores que se organiza para impartir las asignaturas que componen el programa de estudios de una carrera universitaria, conforma también una organización, por ejemplo, llamada departamento docente.

Una condición necesaria pero no suficiente para que un grupo de individuos conforme una organización, es precisamente, como la palabra sugiere, que se organicen. Condiciones necesarias y suficientes son que, además de organizarse, el grupo de individuos pretenda objetivos comunes y procure la sostenibilidad y perdurabilidad del equipo en el tiempo.

Como cabe suponer, para alcanzar un mismo propósito seguramente existen múltiples formas de organizar un equipo de individuos. Precisamente por eso, las organizaciones son cada vez más, en el mundo contemporáneo, materia de estudio y reflexión profesional.

La especialización y la división del trabajo junto con el sistema de producción preponderante, surgidos a partir de la revolución industrial, son los aspectos conceptuales o filosóficos que más han influido en la forma que adoptan las organizaciones modernas. Tratándose de sistemas humanos, es precisamente la participación humana

en sus diversas formas, desde lo manual a lo intelectual, el factor clave en toda organización.

Una vez claros los propósitos, los procesos que deben ejecutarse y las tareas que deben cumplirse para el logro de estos propósitos en la forma más expedita y menos costosa posible, sugieren en buena medida la estructura que adoptará la organización.

La estructura de la organización, explícita generalmente en un diagrama especial llamado “organigrama”, desempeña un papel relevante para la comprensión del sistema, a lo interno. No obstante, son los individuos que ocupan las posiciones descritas en el organigrama los verdaderos sujetos de interés, pues son ellos quienes finalmente llevarán mejor o peor cada responsabilidad asignada. Este hecho, por cierto, es olvidado con frecuencia en el análisis organizacional, lo que conduce a graves equivocaciones.

### 1.7.1 La misión, la visión

La organización vista desde la óptica de los sistemas necesita explicitar su papel y propósito social. Todos en la organización deben comprender y compartir los propósitos que persiguen como colectivo, en primer término, para luego entender el papel individual que cumple cada uno para el logro de estos propósitos. Igual aplica para el analista de sistemas que estudia la organización. Está claramente demostrado, a partir de las ideas de calidad total y mejoramiento continuo surgidas en el Japón de la posguerra, que la participación de todos los integrantes de la organización en la definición de sus propósitos, contribuye de manera sustantiva a crear la *siner-gia* necesaria para su logro.

Así pues, hacer explícitas la misión que se asigna a la organización y la visión que de ella se tiene como colectivo, tanto en el presente como para el futuro, son tareas mucho más que declarativas. No sólo cumplen el objetivo, loable sin duda, de documentar o plasmar por escrito estas importantes características, sino que, y lo que es más importante, el proceso que conduce a estas definiciones a partir de la reflexión de los propios integrantes de la organización a todos los niveles, debe producir el consenso requerido y hacer llegar la información mínima necesaria para que todos en el equipo se sientan y actúen formando

parte del sistema y comprendan la significación de su papel en la materialización de tales ideas.

La misión de una organización es la definición clara y precisa de su propósito real, fáctico, incluyendo adjetivos que indiquen el grado de calidad que se espera en dicho propósito. La visión, en cambio, es la definición de la organización desde el punto de vista de lo deseable, de lo utópico, de lo supremo. La visión representa el ideal hacia el que debe ir la organización según sus integrantes, representa el reto permanente, difícil de alcanzar, pero que debe guiar los pasos de quienes la integran.

La misión es el ahora, lo real; la visión es el mañana, lo posible, lo deseable.

Veamos a manera de ejemplo cómo quedaron redactadas la misión y visión de una organización muy particular, la Dirección de Servicios de Información Administrativa de la Universidad de Los Andes (4), dedicada al quehacer informático:

### **Misión**

Proporcionar a la Administración Universitaria, desde los niveles operativos hasta los gerenciales, coordinadamente y con unidad de criterios, las herramientas técnicas, servicios y productos necesarios para la organización del trabajo en ambientes con alto control automatizado de la información.

### **Visión**

La Dirección de Servicios de Información Administrativa es una estructura integrada, actualizada, con alto valor técnico y ético, creativa, dinámica, comprometida, responsable, efectiva y eficiente, en todo lo que se relaciona con el desarrollo y/o implantación de herramientas organizacionales y teleinformáticas útiles para capturar, mantener, controlar y producir información administrativa que contribuya a facilitar la ejecución de los procesos y la toma de decisiones en distintos niveles de la Universidad de Los Andes. Asimismo, tiene como preocupación de primer orden, satisfacer las necesidades de los usuarios como parte integrante de los desarrollos que se emprendan y focalizar su atención hacia el logro de la independencia entre éstos y los diseñadores, como meta de calidad de alto valor estratégico para la institución.

Nótese que la misión es concreta, precisa, mientras que la visión es amplia, podría decirse incluso, utópica. La combinación de ambas entrega en pocas líneas una idea excelente del quehacer de la organización y sirve como punto de partida al analista de sistemas que se interna en su *praxis*.

En cualquier caso, siempre es preferible echar mano a estas definiciones para comenzar todo trabajo de sistemas, pero de no contarse con ellas, bien sería buena idea proponer su redacción a la organización o bien construirlas someramente a partir de los juicios que pueda formarse el analista, si lo primero no es posible.

### 1.7.2 Tipología desde la óptica de los sistemas de información

Desde el punto de vista de los sistemas de información, las organizaciones podrían tipificarse como sigue:

1. No informatizadas: ninguno de sus procesos se encuentra recibiendo apoyo de sistemas de información, las cosas se hacen manualmente, existen muy pocos o ningún documento sobre su estructura organigramática, procesos, normas, procedimientos.
2. Medianamente informatizadas. Algunas áreas de la organización reciben apoyo vía sistemas de información o simplemente aplicaciones computarizadas de propósito general, pero existen áreas que no reciben ningún tipo de apoyo informático. La documentación de sus procesos es escasa y las relaciones en términos de información entre sus departamentos o unidades, son incompletas e insatisfactorias.
3. Altamente informatizadas: Se cuenta con un sistema de información que integra todas las áreas de la organización, que se entienden entre sí apropiadamente. Hay documentación sobre su quehacer y las decisiones se toman ágilmente con base, al menos en parte, en lo que arroja su sistema.

Dependiendo del tipo de organización frente a la que esté el analista, variará su proceder en el intento de emprender proyectos de desarrollo de SI.

Frente a organizaciones no informatizadas, el principal problema será vencer el desinterés que posiblemente encontrará por estos temas. Sin embargo, si se da el caso en que la organización esté convencida de la necesidad de incluir SI, resultan éstas los tipos más atractivos para el desarrollo de sistemas. En este caso, el analista opera en terreno fértil, tiene total libertad creativa y le resultará muy fácil producir mejoras visibles en la organización, pues compite contra la labor meramente manual.

Frente a organizaciones medianamente informatizadas, el analista tendrá el mayor número de problemas. Una organización que no ha completado sus desarrollos informáticos o que cuenta con algunos precarios e incompletos, no es precisamente una organización que confíe en la informática como disciplina que pueda apoyarle. Sin lugar a dudas, este tipo de organizaciones consideran importante la informática, pero como ésta no les satisface, han perdido buena parte de la confianza que podrían haber tenido en la tecnología. Ganar otra vez su confianza para que estén en disposición de invertir nuevamente en esta materia, suele ser asunto difícil. Por otro lado, cuando de sistemas se trata, es muy probable que este tipo de organizaciones antepongan el factor económico ante cualquier otro. Seguramente son organizaciones inclinadas a adquirir productos informáticos de bajo costo y de propósito general, sacrificando la integración y el flujo constante de información como valor agregado. Si el analista logra convencer con su proyecto de sistemas, deberá tener especial cuidado en hacer el trabajo lo mejor posible, en el menor tiempo posible y al más bajo costo posible para recuperar la confianza de la organización.

Frente a organizaciones altamente informatizadas, el punto focal cambia notablemente. Ahora ya no es necesario hacer entender a la organización las bondades de los SI, pues ya las conoce y utiliza. El punto entonces se transforma en la búsqueda de mejoras incrementales a lo establecido. Aquí, la organización, generalmente está abierta a nuevos retos, siempre con el cuidado de no estropear lo que ya funciona bien. En estas organizaciones, un cambio completo de sus sistemas se avizora improbable, por lo cual la aproximación correcta debe ser la mejora de aspectos puntuales aprovechando la experiencia pasada y ofreciendo como paradigma la actualización tecnológica.

En los tres casos es de suma importancia que el analista de sistemas actúe apegado a la ética profesional. Bajo ninguna circunstancia debe anteponer su particular interés económico por el proyecto frente

al interés de la organización que espera servir. Hacer lo contrario puede redituárle beneficios inmediatos, pero que verá mermados en el mediano y largo plazo.

La informática es muy útil, quién lo duda, pero tampoco es una panacea. No es cierto que la simple inclusión de sistemas de información mejore la situación de una organización, en especial cuando ésta en realidad no lo necesita o su escala económica no es suficiente para hacer frente a los costos que la tecnología le acarrearía. Un analista de sistemas debe actuar en primer lugar como un profesional, y debe, en consecuencia, asesorar apropiadamente a sus usuarios, aunque a veces ello implique desechar el proyecto de sistemas de información sobre el que tiene interés particular. Una secretaria que recibe o transcribe 10 cartas por mes y que tiene un archivero convencional, tal vez no necesite un avanzado sistema de información de correspondencia que cueste ingentes sumas de dinero a la empresa cuando con las herramientas actuales se las arregla perfectamente. Pues bien, un analista, actuando éticamente, debe ser capaz de decir esto sin complejos y buscar otras áreas de la organización donde puede brindar una contribución verdadera.

Si un sistema funciona muy bien, aún cuando el sistema no haya sido elaborado por el analista, éste debe reconocerlo sin egoísmo ni prejuicios. El no hacerlo, el tratar de imponer el propio por razones meramente económicas, siempre terminará en fracaso. Puede ser que el nuevo sistema reporte ganancias a su realizador, pero al no aportar nada nuevo y al llevar a la organización a procesos de migración tecnológica costosos e inútiles, dará al traste con la opinión que de él se tenga, haciendo así mella en su reputación profesional. Mantener una postura ética no es sólo un asunto de decoro, sino también de dividendos, más allá de lo que algunos logran imaginar.

Otro problema de relevancia que enfrenta el analista de sistemas es la postura inmediatista de la gerencia frente al desarrollo de SI. Especialmente en nuestro medio, son frecuentes las situaciones en las que los gerentes opinan que el desarrollo de sistemas es tarea sencilla y, por tanto, puede ser hecha en corto tiempo o con inversiones irrisorias. En muchos casos no están dispuestos a ceder parte de su tiempo para las tareas de desarrollo, pero exigen que éstas se completen en tiempos muy ajustados e incluso imposibles. Quienes así opinan, seguramente han dejado pasar mucho tiempo sin emprender la informatización como norte en su ámbito de acción y se encuentran desesperados por

contar inmediatamente con ella, por regla general, debido a presiones externas más que propias. También es frecuente encontrar entre ellos personas que creen que la adquisición de computadores o la instalación de redes telemáticas son sinónimo de informatización o son capaces, por sí solas, de mejorar la situación organizacional.

El analista debe lidiar con este problema de la forma más profesional que le sea posible, explicando con todo detalle los diversos pasos que deben darse para completar un desarrollo exitoso de SI. Debe exponer de manera clara los inconvenientes que puede traer establecer tiempos o costos irreales y explicar que las computadoras y las redes son sólo la infraestructura necesaria para que la informatización sea viable, pero que nada de ello por sí mismo obrará el milagro si no hay sistemas de información que se instalen sobre dicha infraestructura y sean operados, de acuerdo con procedimientos establecidos, por usuarios entrenados, y su producto, es decir, la información, utilizada efectivamente en el proceso de toma de decisiones.

Por supuesto, el analista debe procurar que tanto los costos como los tiempos sean reales, factibles, los mínimos posibles. Sobre ello pueden “negociarse” salidas intermedias, siempre y cuando no traspasen la línea en la que el desarrollo corra peligro por la imposibilidad de cumplir razonablemente con el tiempo o las inversiones previstas inicialmente. En casos extremos, al enfrentar estas situaciones será mejor dar marcha atrás antes de comprometerse en un proyecto cuyo riesgo de fracasar sea demasiado alto. Es mejor decir que un verdadero profesional no es capaz de hacerlo en tan corto tiempo o a tan bajo costo que emprenderlo a sabiendas de que no culminará exitosamente.

## 1.8 Los procesos en la organización

Como hemos dicho antes, toda organización es un sistema y, como tal, tiene un propósito (o varios) que dan sentido a su existencia. Las organizaciones que nos interesan aquí, son aquellas cuyo propósito está lo suficientemente claro como para que la idea de sistemas de información pueda ayudarles o apoyarles en su labor. Para determinar esta claridad de propósitos es necesario comprender bien el quehacer de la organización y, para ello, la idea de procesos es de primera importancia.

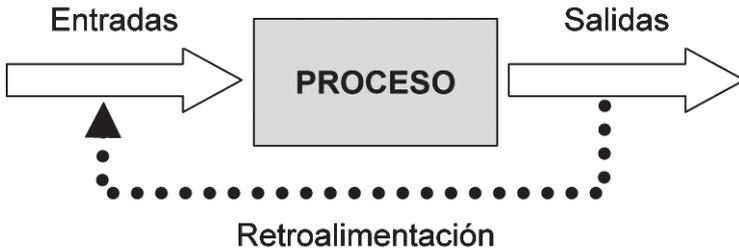


Figura 8. Esquema “Entradas-Proceso+Salidas” de los sistemas

Un proceso, como muestra la figura 8, es el nombre con que se puede caracterizar una actividad compleja, de alto nivel, que toma unas entradas y las transforma convirtiéndolas en unas salidas. En el camino puede o no haber retroalimentación, la cual simplemente es la información que aportan las propias salidas al proceso.

Por ejemplo, supóngase una organización merideña dedicada a la fabricación de medicamentos, llamada PROULA–Medicamentos (5).

Su principal propósito es producir medicamentos genéricos para la población venezolana a partir de insumos farmacológicos adquiridos y transformados mediante fórmulas farmacéuticas previamente desarrolladas. Para ello cuenta con inventarios de insumos, inventarios de productos terminados y, por supuesto, con laboratorios en los que se producen los fármacos. Claramente podemos describir su principal actividad, la fabricación de un medicamento, en términos de procesos.

En el proceso productivo, el objetivo es elaborar un medicamento, las entradas son los insumos, excipientes y principios activos farmacológicos con los que se elabora tal medicamento. Las salidas son los medicamentos producidos a partir de la combinación apropiada de las entradas, y el proceso en sí mismo es la labor humana y mecanizada requerida para transformar los insumos, mediante la fórmula farmacéutica, en medicamentos aptos para consumo humano. Una de las muchas líneas de retroalimentación que de hecho tiene este proceso en PROULA–Medicamentos, está constituida por el control de calidad que recibe cada fármaco producido. En efecto, al término del proceso se estudia la calidad de lo producido en cuanto al cumplimiento de las especificaciones farmacológicas, y a partir de esta información se ajusta el proceso para mejorar los resultados en caso que sea necesario.

Nótese que la idea de visualizar las actividades a nivel macro de una organización, en términos de procesos, es en realidad la construcción de un modelo sistémico de tales actividades utilizando una “plantilla” que los ve en términos de entradas, proceso y salidas y, posiblemente, retroalimentación.

Todo proceso, como modelo de la realidad que es, como sistema que es, no necesita ser descrito en profundo detalle; generalmente es suficiente describirlo someramente sin obviar lo esencial. Asimismo, todo proceso se refiere a una actividad en un nivel macro, por lo cual en la mayoría de los casos será posible identificar sub-procesos internos contenidos y super-procesos externos que lo contienen, exactamente de la misma forma como en todo sistema existen sub-sistemas y supra-sistemas.

Así pues, la tarea de describir los procesos de una organización es siempre de primer orden en todo estudio de sistemas, y en particular en cualquier estudio de sistemas de información. Encontrar los procesos, sus sub-procesos contenidos recursivamente hasta tocar procedimientos y tareas que no puedan ser descompuestos más allá, resulta en un modelo completo del quehacer de la organización que, obviamente, incluirá los flujos de información y datos que le son propios.

A partir de este mapa, el analista de sistemas tendrá una idea clara de lo que su sistema de información debe hacer para apoyar a la organización en su labor, así como de las prioridades y relaciones entre diversas actividades que deben abarcarse. Todo ello se compila en un documento del ciclo ADDI que se denomina *manual de procesos*.

En el menor nivel de complejidad de los procesos, esto es, cuando se les ha descompuesto hasta el punto en que no se encuentran más sub-procesos (no triviales), se está en presencia de un procedimiento. Llegado este punto, el procedimiento es entonces descrito como si fuera una secuencia de pasos que deben seguirse para completar una actividad de baja complejidad o precisamente determinada. Todo manual de procesos incluye en sus páginas, desde luego, el inventario de procedimientos asociados con los niveles de menor complejidad de cada proceso.

Resulta muy útil presentar un diagrama de procesos (también de procedimientos) que incluya información sobre las unidades, departamentos o dependencias responsables de llevar a efecto tales procesos y

procedimientos, especialmente cuando las salidas de unos pueden ser las entradas de otros.

Un diagrama de este tipo se constituye en una gráfica de dos entradas en la que, por ejemplo, verticalmente se ubican las dependencias que ejecutan el trabajo, horizontalmente se ubican los procesos o procedimientos y en su interior se describen las responsabilidades de cada unidad, conectando las actividades mediante líneas o flechas.

En general, todo este material debe ser presentado y discutido con la organización hasta el punto en que reciba aprobación formal, como indicación que es una síntesis apropiada de su quehacer. A partir de él se conforman las primeras ideas concretas de lo que tiene que lograrse con el sistema de información propuesto.

## Bibliografía

- (1) Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. 1ª Edición. Fondo de Cultura Económica. Madrid, España.
- (2) Checkland, P. (1993). *Pensamiento de sistemas. Práctica de sistemas*. Primera edición. Grupo Noriega Editores. México.
- (3) Middleton, P. (1999). *Managing information system development in bureaucracies. Information and software technology*. Nº 41. Elsevier Science, p 473-482.
- (4) Ponsot, E. et al. (2001). *Organización de los servicios de información administrativa en la Universidad de Los Andes*. 1ª Edición. Consejo de Publicaciones de la ULA, Mérida, Venezuela.
- (5) Ponsot, E. (1998). *Sistema automatizado de Registro, Control y Análisis de Inventarios (SARCAI) para PROULA, Planta de medicamentos. V.2.0*. 1ª Edición. Universidad de Los Andes (sin editar). Mérida, Venezuela.